

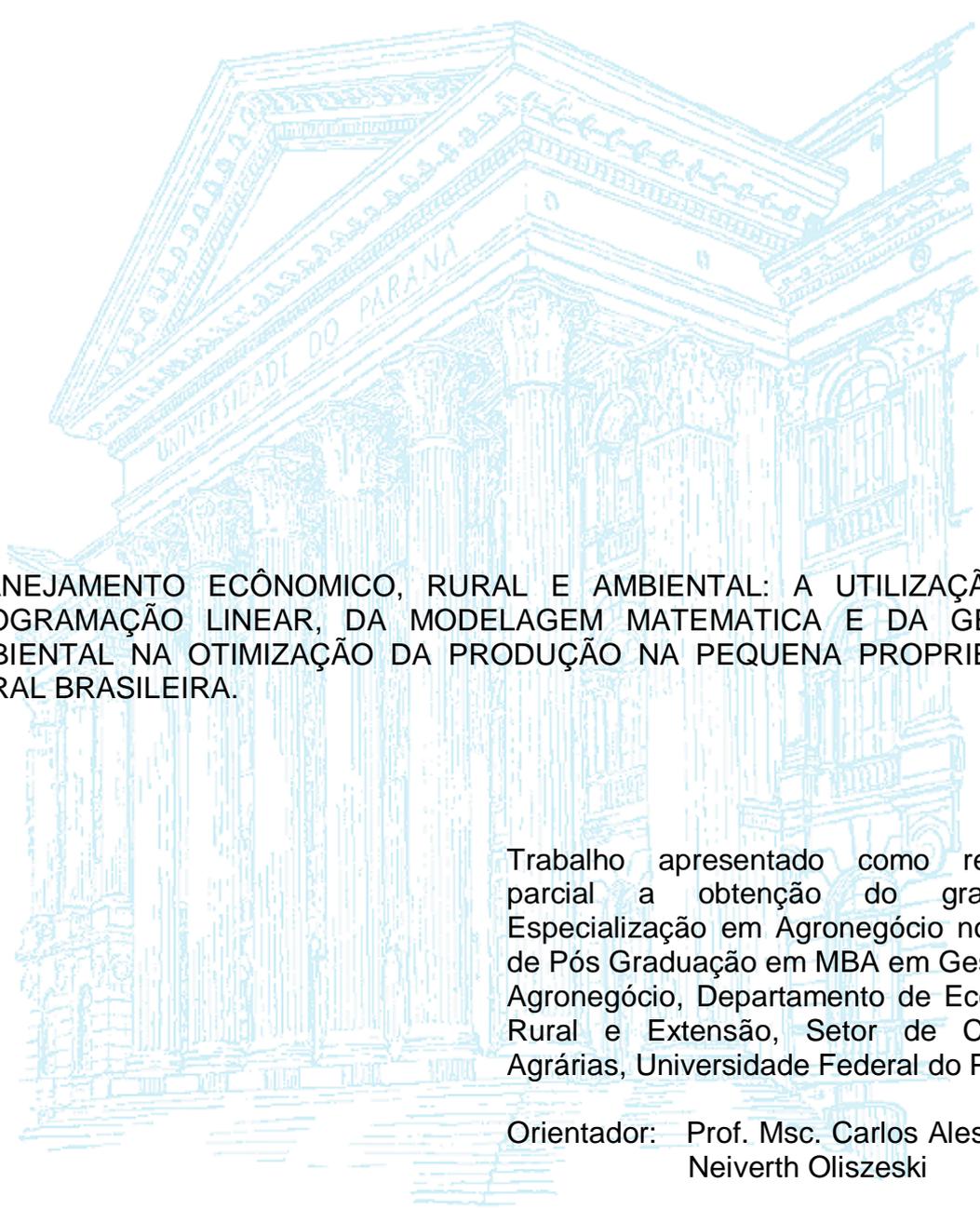
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUIZ MICKAEL BERGER TABORDA PUGLIA

PLANEJAMENTO ECÔNOMICO, RURAL E AMBIENTAL: A UTILIZAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR, DA MODELAGEM MATEMÁTICA E DA GESTÃO AMBIENTAL NA OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO NA PEQUENA PROPRIEDADE RURAL BRASILEIRA.

CURITIBA  
2016

LUIZ MICKAEL BERGER TABORDA PUGLIA



PLANEJAMENTO ECÔNOMICO, RURAL E AMBIENTAL: A UTILIZAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR, DA MODELAGEM MATEMÁTICA E DA GESTÃO AMBIENTAL NA OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO NA PEQUENA PROPRIEDADE RURAL BRASILEIRA.

Trabalho apresentado como requisito parcial a obtenção do grau de Especialização em Agronegócio no curso de Pós Graduação em MBA em Gestão do Agronegócio, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná

Orientador: Prof. Msc. Carlos Alessandro Neiverth Oliszeski

CURITIBA  
2016

***Dedico este trabalho a minha mãe,  
Jaqueline Berger, pelo apoio.***

## AGRADECIMENTOS

*A Deus, por me guiar e definir os princípios que regem a vida na busca de concretizar nossos sonhos prezando a fé, humildade e amor pelas pessoas que tanto depositam confiança em nós.*

*Agradeço em especial ao grande professor Carlos Alessandro Neiverth Oliszeski, pela orientação e confiança depositadas em mim e com este trabalho e pela pessoa honrosa e capaz que é, e por me fornecer conselhos e me ensinar à importância da busca pela excelência para se atingir os objetivos da vida e proporcionar um novo mundo de conhecimentos e horizontes, serei eternamente grato.*

*Agradeço a minha família em geral, pela esperança depositada em mim e pela paciência e apoio nos momentos mais difíceis, em especial a minha querida Mãe, aos tios Luis e Maria e a meus avós Rosa Berger e Caim Berger (in memorian).*

## EPÍGRAFE

***“Não há vida sem correção, sem retificação”.***

***Paulo Freire***

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Superfície e Malha Triangular por Namikawa.....	23
Figura 2 - Superfície e Grade Regular por Namikawa.....	24
Figura 3 - Diagrama das Ações Gerais de um Sistema de Produção Agropecuário	27
Figura 4 - Imagem Google Earth, Localização da Propriedade de Estudo.....	29
Foto 5 – Estrada de Acesso à Propriedade A.....	30
Foto 6 – Estrada de Acesso à Propriedade B.....	30
Foto 7 – Área com Sistema de Irrigação C.....	31
Foto 8 – Área Pasto sem Manejo D.....	31
Foto 9 – Edificações E.....	31
Foto 10 – Edificações F.....	31
Figura 11 – Esquematização da Metodologia do Anteprojeto.....	33
Foto 12 – Levantamento Topográfico e Altimétrico.....	34
Figura 13 – Software Lingo e Modelagem Matemática.....	36
Foto 14 – Coleta do Solo, Parâmetro de Profundidade.....	45
Foto 15 – Coleta do solo, Diâmetro da Coleta.....	45
Figura 16 – Distribuição de Áreas.....	45
Figura 17 – Área Total e Irrigação.....	51
Figura 18 – Área com Irrigação e Adequação da Reserva Legal.....	53
Figura 19 – Análise Físico Química do solo.....	58
Figura 20 – Representação em Curva de Nível.....	61
Figura 21 – Terraceamento.....	62
Figura 22 – Representação CAD com planta baixa geral da propriedade.....	64
Figura 23 – Representação Malha Triangular e Curvas de Nível.....	64
Figura 24 – Superfície e Malha Triangular da Propriedade Rural.....	65

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVOS .....	11
2.1 OBJETIVO GERAL.....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
3 REVISÃO DE LITERATURA .....	12
3.1 PLANEJAMENTO RURAL E AMBIENTAL E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO.....	12
3.2 GESTÃO AMBIENTAL E A LEGISLAÇÃO NA AGRICULTURA .....	15
3.3 GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS .....	16
3.4 IRRIGAÇÃO .....	17
3.5 MANEJO DO SOLO .....	19
3.6 APLICAÇÃO DA INFORMÁTICA NO CAMPO .....	20
3.7 CAD ( <i>Computer Aided – Design</i> ).....	21
3.8 GEOTECNOLOGIAS.....	24
3.9 MODELAGEM MATEMÁTICA PARA ATIVIDADES AGRÍCOLAS .....	26
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>29</b>
4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA .....	29
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	29
4.3 ANTEPROJETO.....	32
4.4 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO E ALTIMÉTRICO.....	34
4.5 SOFTWARE LINGO 11.0.....	35
4.6 MODELAGEM MATEMÁTICA.....	36
4.7 COLETA DO SOLO .....	44
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>46</b>
5.1 GESTÃO ATUAL DA PROPRIEDADE E O PLANEJAMENTO RURAL E AMBIENTAL.....	46
5.2 MODELAGEM MATEMÁTICA.....	47
5.2.1 MODELO MATEMÁTICO DE REPRESENTAÇÃO DA PROPRIEDADE ATUAL.....	47
5.2.2 MODELO MATEMÁTICO DE REPRESENTAÇÃO DA PROPRIEDADE COM IRRIGAÇÃO EM ÁREA TOTAL.....	50

5.2.3 MODELO PARA TOMADA DE DECISÃO E ADEQUAÇÃO DA RESERVA LEGAL.....	52
5.3 RECURSOS HÍDRICOS E SISTEMA DE IRRIGAÇÃO.....	55
5.4 MANEJO DO SOLO.....	57
5.5 AGROECOLOGIA E A INTERAÇÃO COM O PLANEJAMENTO RURAL E AMBIENTAL.....	60
5.6 INFORMÁTICA E GEOTECNOLOGIA APLICADA A PROPRIEDADE RURAL..	62
5.7 DESENHO CAD (COMPUTER-AIDED DESIGN).....	63
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>67</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>68</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>73</b>

## RESUMO

Aliar ao planejamento rural à conservação do meio ambiente, bem como otimizar os processos de produção na agricultura familiar foi o objetivo deste projeto. O trabalho foi realizado no município de Ipiranga-PR, onde, foi orientado pela análise multidimensional da propriedade, pela definição das diretrizes a serem seguidas e pela revisão de literatura. Na estrutura do projeto, foram realizados o levantamento topográfico e altimétrico com uso de GPS para reconhecimento e dimensionamento da área. Após esta etapa, os dados coletados em campo foram modelados em software CAD para sua representação gráfica em planta baixa. A organização da produção da propriedade e aproveitamento de sua área foi realizada com o software LINGO, onde, através de modelagem matemática, foram programados três cenários, onde o primeiro representou a situação atual da propriedade, o segundo apresentou a proposta de aplicação de pastagens irrigadas objetivando maior renda bruta pelo produtor e o terceiro cenário, a busca pela tomada de decisão do administrador em adequar sua reserva legal. Dentre as dimensões do planejamento, também foi realizada a análise físico-química do solo da área irrigada, para apresentar parâmetros de como está sendo feito o manejo do solo e a consideração da utilização da água do arroio para irrigação. O trabalho apresentou como resultado melhor controle e organização das atividades da propriedade, bem como a possibilidade de obter maior lucro com a aplicação de pastagem irrigada sobrepondo o velho manejo da cultura do milho para silagem, como composto alimentar do gado leiteiro e a necessidade de adequar a reserva legal por meio do cenário linear de tomada de decisão, impondo ao produtor a importância de se atentar a legislação vigente. Foram apresentadas a importância da preservação, do manejo do solo e da água para alienar o desenvolvimento econômico com a sustentabilidade do sistema ambiental.

Palavras-chave: Agroecologia. Conservação ambiental. Desenvolvimento socioeconômico. Geotecnologia. Programação linear. Planejamento.

## ABSTRACT

Ally to rural planning the conservation of the environment and optimize production processes in family farming was the goal of this project. The study was conducted in the municipality of Ipiranga-PR, which was guided by multidimensional analysis of the property, the definition of guidelines to be followed and the literature review. In the structure of the project were carried out surveying and altimetry using GPS for recognition and sizing the area. After this step, the data collected in the field were modeled in CAD software to its graphical representation. The organization of production and use of the property of its area was performed with the software LINGO, where, through mathematical modeling, were scheduled three scenarios where the first represents the current situation of the property, the second presented the proposed application of irrigated pastures aiming to increase gross income by the producer and the third scenario, the search for decision making in adapting Administrator legal reserves. Among the dimensions of planning, it was also the physico-chemical analysis of the soil of the irrigated area, to provide parameters as is being done soil management and consideration of the use of water from the creek for irrigation. The work presented as a result of better control and organization of the activities of the property as well as the possibility of obtaining more profit with the application of irrigated pasture overlapping the old management of corn silage as feed comprised of dairy cattle and the need to tailor legal reserve by the linear scenario decision-making, requiring the producer to the importance of considering the legislation. Were presented to the importance of preservation, management of soil and water to dispose of economic development with environmental sustainability of the system.

**Keywords:** Agroecology. Environmental Conservation. socioeconomic development. Geotechnology. Linear Programming. Planning.

## 1. INTRODUÇÃO

Planejar e desenvolver um sistema agropecuário exige a administração de fatores que sejam eficazes e que tenham anexados em si, elementos fundamentais para o seu sistema geral, bem como consideração de todo seus componentes, sejam eles físico, químico e biológico, pois estes compõem a estrutura do meio ambiente seja ele natural e intocável ou aquele meio já modificado pelo homem.

Dentro destes termos, que formam o meio em que serão produzidos e extraídos tais produtos e matérias primas para comercialização ou subsistência, existem também a interferência humana direta e indireta, que possuem como característica a necessidade do uso de recursos naturais e do próprio meio para produção, e como consequência, a limitação e desgaste de recursos naturais existentes no próprio espaço.

Perante isso, têm-se a cadeia de produção e a globalização, métodos de comercialização em grande escala através de compra, venda, importação e exportação, intercâmbio, oferta e procura, uso de tecnologias na melhoria contínua e aumento da eficiência na cadeia de produção que sempre estarão em conflito com a dinâmica da conservação do meio ambiente e dos recursos naturais devido também a constante evolução e transformação da globalização.

Seguindo estas premissas, o presente trabalho, tem como principal função, auxiliar os processos de produção agrícola através do planejamento rural aliado ao uso da programação linear, geotecnologia, informática aplicada às ciências agrárias e princípios da agroecologia para se produzir e se desenvolver em harmonia com o meio ambiente e seus recursos.

Em consideração ao escopo deste trabalho, têm-se as pequenas propriedades rurais que são o princípio do conceito de toda a agricultura moderna que existe hoje e ainda é referência no que diz respeito à difusão de sistemas de produção que podem ser usados nas demais propriedades, independentemente se estas são áreas rurais de grande ou pequeno porte.

O planejamento rural e ambiental, que tem como princípio sistemas agroecológicos na produção da propriedade, são importantíssimos para o meio ambiente e seus recursos naturais, logo para com as conformidades legislativas do meio ambiente, para assim aperfeiçoar a qualidade da produção e da conservação.

## 2. OBJETIVO(S)

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Aplicar e avaliar o uso da modelagem matemática através da programação linear visando à maximização da produtividade e rentabilidade financeira em uma pequena propriedade rural.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Efetuar um diagnóstico sobre a gestão atual da propriedade rural;

Efetuar o levantamento topográfico e planialtimétrico da propriedade a fim de tomar conhecimento minucioso sobre sua área perimétrica e sua distribuição;

Elaborar cenários a partir da modelagem matemática visando maior rentabilidade com o uso do software de programação linear Lingo;

Construir um modelo matemático de maximização de lucro;

Propor métodos mais eficazes para a correta administração rural na propriedade com o uso de tecnologias em harmonia com o meio ambiente.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 PLANEJAMENTO RURAL E AMBIENTAL E O DESENVOLVIMENTO ECÔNOMICO

Devido á grande mudança e variabilidade nos setores do desenvolvimento socioeconômico em todas as áreas que abrangem o mercado atual onde os princípios consistem na alta competitividade e capacidade de suprir as necessidades da população em âmbito mundial devido a abertura de fronteiras entre troca de produtos por vários países, é importante compreender o aprimoramento constante de técnicas de planejamento, desenvolvimento, controle e gerenciamento aplicado em todas as etapas de processos, nesse caso processos agroindustriais que de certa maneira estão interligados com o meio ambiente e sistemas ambientais de qualidade como demonstra Batalha et al. (2001).

Agregando os valores socioeconômicos, tem-se o aprimoramento da agricultura moderna que é um processo vinculado ao desenvolvimento de produtos para satisfazer as necessidades da população. Tais produtos podem ir além da subsistência e da produção interna, atingindo também as commodities.

Como descreve Almeida (2011, p. 16) por estar relacionado ao processo mais geral de modernização, pode-se dizer que a modernização agrícola esta ligada a transformação de produção em commodities, alterando os mercados agrícolas internacionais e as culturas locais tradicionais.

O desenvolvimento rural significa promover uma ação que vise melhorar a qualidade de vida de pessoas que vivem nesse meio, incorporando as preocupações relativas ao cultural, ao social, ao econômico e ao ambiental (BRACAGIOLI; GEHLEN; OLIVEIRA, 2010, p. 14).

No setor agropecuário essas ações socioeconômicas e ambientais também exercem suas influências, e as exigências comerciais procuram sempre produtos com melhor qualidade e com o menor custo. Ora padrões de planejamento e uso de ferramentas e meios que facilitem esses processos de desenvolvimento local e sustentável, se tornam a peça chave para a melhoria contínua em uma pequena propriedade rural.

O propósito de um planejamento pode ser definido como o desenvolvimento de processos, técnicas e atitudes administrativas, as quais proporcionarão uma situação viável de avaliar as implicações futuras (OLIVEIRA, 2010, p.335).

Toda produção envolve uma escolha entre possibilidades concorrentes e sempre significa renúncia à produção de outros bens (SCHUMPETER, 1988, p. 24).

As variáveis encontradas no campo que se pretende seguir um modelo agroecológico aliada com um desenvolvimento sustentável são inúmeras e estão em mudança contínua, por isso o homem do campo precisa estar atento a essas mudanças se aliando com o uso do conhecimento de mercado, uso e aplicação de tecnologias acessíveis e interação entre o campo e o conhecimento técnico.

Como toda formulação teórica, os conceitos e concepções de desenvolvimento e planejamento têm uma base histórica e surgem para fazer face aos novos desafios e às mudanças da realidade. Independentemente de concordarmos com os novos conceitos, o que parece indiscutível é que o mundo está mudando intensa e profundamente, tornando as velhas concepções e organizações ultrapassadas e inadequadas às novas condições socioeconômicas, tecnológicas, políticas e ambientais. Essas transformações na realidade pedem e estimulam o surgimento de novas ideias e conceitos para explicar a realidade e para organizar as iniciativas e ações da sociedade diante das circunstâncias históricas. (BUARQUE, 2002, pg. 15).

As inúmeras circunstâncias encontradas no processo de planejamento rural e ambiental tendem a influir diretamente na eficiência de tomada de decisões rápidas, onde principalmente o pequeno produtor necessita analisar diversos itens que tangem o sucesso de seu empreendimento em parceria com o meio ambiente e capacidade de uso dos recursos naturais como do solo e da água. Sendo assim, se fazem importantes a especulação e utilização de meios eficazes na gestão administrativa de sua área (SANTOS; MARION; SEGATTI, 2002).

A elaboração e implementação do planejamento no setor rural representam um desafio grande, tendo em vista que empreendimentos desse setor estão sujeitos a um grande numero de variáveis, como a dependência de recursos naturais. (VILCKAS, 2004 apud OLISZESKI; COLMENERO, 2008, p. 17).

Tomar medidas decisórias envolve diversos fatores que precisam de uma ação correta, direta e rápida, pois está em jogo uma alta quantia de valores de investimentos, onde os riscos são grandes. Segundo Oliszeski e Colmenero (2008) estão incluídos nesse processo os pequenos produtores rurais que possuem poucas

condições favoráveis ao sustento de seu negócio, pois possuem pouca base de conhecimento científico e de planejamento.

Um exemplo muito comum é a falta de prioridade referente á um fluxo de caixa pelos pequenos produtores devido à utilização de modelos arcaicos de planejamento, herdado muitas vezes por seus antepassados, tornando-se um problema sem controle, pois a base de uma organização está em controlar seus gastos e investimentos.

O controle de fluxo de caixa é uma prática de gestão financeira tão importante quanto o acompanhamento dos balanços patrimoniais feitos com a apuração de lucro e dos resultados econômicos das empresas (RÉVILLION; BADEJO, 2011, p. 55).

Tomando como base o homem do campo, sendo ele produtor rural que aplica o cultivo de produtos para comercialização, mas que possui pouco conhecimento técnico-científico deve-se destacar, entre as várias divergências encontradas nas suas produções, onde as mesmas estão ligadas entre si alguns fatores que sempre serão pontos cruciais do seu sucesso, dentre eles: conhecimento e uso de tecnologias, conhecimento de mercado, uso de ferramentas para o auxílio de sua administração no controle geral de seu fluxo de caixa, conhecer e viver em harmonia com o meio ambiente sabendo utilizá-lo a seu favor sem causar-lhe degradação como contextualiza Batalha et al. (2001)

As diversas modificações na qualidade do meio ambiente têm efeitos físicos diretos, tais como a perda da capacidade de produção, perda de produção animal e diminuição dos rendimentos agrícolas.

Conforme Camargo (2003) a amplitude dos problemas socioambientais de hoje revelam-se uma grande força geradora e incentivadora de mudanças na nossa realidade. Frente às crises socioeconômicas do mundo contemporâneo nossa sociedade encontrará no século XXI, diversas dificuldades em encontrar um meio de conviver harmonicamente com a natureza e com a própria sua própria espécie. O objetivo é caminhar para uma sociedade que saiba alienar os interesses econômicos com as restrições da natureza, e isso se aplica diretamente ao produtor rural, onde suas bases estão na dependência dos recursos naturais.

A agricultura moderna do tipo que predominou no Brasil para a melhor produção e exploração dos recursos naturais, contou basicamente com implementos modernos e uso de fertilizantes químicos e pesticidas gerando conseqüentemente

vários impactos ambientais, esse uso descontrolado e ao mesmo tempo acelerado por busca de meios mais lucrativos no setor agrícola, porém sem o uso racional de métodos e ferramentas administrativas e a falta de conhecimento da fragilidade da natureza geraram diversos impactos ambientais (BAER, 2009).

Conforme Buainain; Souza (2006) nos últimos anos, no Brasil e no exterior, os meios políticos, empresariais e acadêmicos ligados aos problemas na produção e comercialização de produtos agroindustriais estão reconhecendo a dependência da agroindústria pelo apoio realizado pelos mesmos, na pesquisa científica e no incentivo á introdução de ferramentas administrativas de apoio para os pequenos produtores.

### 3.2 GESTÃO AMBIENTAL E LEGISLAÇÃO NA AGRICULTURA

Os sistemas de Gestão Ambiental descritos por Braga et al. (2005) que surgiram nas últimas décadas vieram para fazer o gerenciamento dos impactos ambientais causados pelo processo de industrialização, aumento do mercado de produção que tem como princípio a utilização de recursos naturais para satisfazer as necessidades dos métodos de produção. Esses conceitos de sistemas que mantêm em seu escopo a avaliação minuciosa e descritiva de como se dá as atitudes de um empreendimento, neste caso empreendimento rural em relação á sua produção com o meio ambiente, a qualidade de seu produto e o bem estar do ser humano e dos recursos naturais.

Esse conceito advindo dos sistemas de qualidade como as conhecidas normas *ISO* (International Organization for Standardization) ou Sistemas Internacionais de Padronização, nesse caso específico de ambiente e qualidade tem-se a ISO 9.000 para qualidade, ISO 14.000 para gestão ambiental e ISO 14.001 para conformidade com a legislação ambiental.

A resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) 306/2002 nas suas atribuições define meio ambiente da seguinte maneira: Meio Ambiente é o conjunto de condições, leis, influência e interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e urbanística, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”.

Como descrito na ISO 14.001 de 2004, meio ambiente é a circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo-se ar, água, solo, recursos naturais, flora

fauna, seres humanos e suas inter-relações e também descreve que uma organização é responsável pelo meio ambiente que a cerca, devendo, portanto, respeitá-lo, agir como não poluente e cumprir as legislações e normas pertinentes (ISO 14001).

Em detrimento destes conceitos técnicos de definição do meio ambiente, informados pelo CONAMA e ISO 14.001 o homem está integrado no meio ambiente, fazendo parte do mesmo e tendo seu nicho ecológico próprio como qualquer outro ser vivo.

Então se o nicho ecológico é a função do mesmo dentro do meio, a noção de que uma função de nicho serve para manter o ciclo natural biológico, físico e químico de qualquer bioma, habitat, comunidade e população o homem deve compreender este raciocínio e desenvolver suas funções de maneira a manter uma função eficaz para com o ciclo natural, revendo os velhos conceitos face ao meio ambiente em que ele vive (BRAGA et al., 2005).

A legislação ambiental é o conjunto de normas jurídicas que tem o intuito de disciplinar a atividade humana, tornando-a compatível com a preservação e conservação do meio ambiente (ALMEIDA, 2011, p. 30).

Dentre os diversos parâmetros que compõem um sistema unificado entre homem e meio ambiente Braga et al. (2005) descreve essa interação, onde deve-se considerar que em um aspecto geral de meio ambiente o homem está inserido nesse sistema.

Sendo assim o estudo dos recursos oferecidos pela natureza deve ser levado em conta na hora de utilizá-los, pois o gerenciamento define as diretrizes da sensibilização da sociedade definindo maneiras de se conservar tais recursos e os meios de se utilizar o mesmo (BRAGA et al., 2005).

### 3.3 GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

Recursos Hídricos são os recursos naturais existentes na Terra, que são compostos e ao mesmo tempo fazem parte do ciclo hidrológico geral. Outros fatores externos interferem no ciclo hidrológico e na estruturação de toda uma bacia hidrográfica, um aquífero completo, ou de apenas um lago, rio ou córrego (NASCIMENTO; NAIME, 2009).

Independente dos fatores atuantes e do nível de atuação, e se essa atuação é benéfica ou maléfica, seja como for sabe-se que se trata de um recurso frágil e esgotável, logo, de extrema importância para a sobrevivência do homem.

A utilização dos recursos naturais pelo homem se dá de duas maneiras:

Consumo Direto: para sua sobrevivência e necessidades básicas como as distribuições residenciais;

Consumo Indireto: para suprir as necessidades comerciais e industriais.

Os meios de uso da água são a expressão e resultado do desenvolvimento econômico e cultural de uma sociedade, quanto mais se desenvolve uma sociedade maior pode ser a necessidade do consumo da água devido aos fatores como aumento da população e das produções mercadológicas em massa (NASCIMENTO; NAIME, 2009).

Na agricultura o uso intensivo de água se deu devido á ampliação das dimensões agropecuárias. Tem-se o uso da água na agricultura para interagir com os meios de produção e com o que se produz. Como exemplo temos o uso deste recurso para Irrigação, Manejo de Insumos, Manejo de Equipamentos e para fornecimento da necessidade animal (MELLO; SILVA, 2008).

Para se definir um gerenciamento correto desse recurso primeiramente é necessário se definir o conceito de que manter a potabilidade da água para o consumo humano, animal e vegetal é a prioridade de toda a gestão deste recurso.

Ao se analisar o crescimento populacional, econômico e cultural, observa-se aumento significativo no uso da água para diversas finalidades em função das adaptações humanas ocorridas no século XX e XXI.

Adaptações estas em prol do aumento produtivo da cadeia alimentar no mundo e desenvolvimento de tecnologias em busca de satisfazer a ideologia do mundo contemporâneo baseado na maior produção pelo menor tempo, objetivando facilidades produtivas e maximização de lucros a qualquer custo (MACHADO, 2004).

### 3.4 IRRIGAÇÃO

A irrigação como descreve Mello; Silva (2008) é o método de manejo, controle, distribuição e aplicação do uso da água para que através de uma estruturação local a água seja direcionada para uma região específica, para sanar a escassez de chuvas e melhorar a produção de uma cultura específica.

Segundo Mello; Silva (2008, p. 10), a técnica da irrigação pode ser definida como sendo a aplicação artificial de água ao solo, em quantidades adequadas, visando proporcionar a umidade adequada ao desenvolvimento normal das plantas nele cultivadas, a fim de suprir a falta ou a má distribuição das chuvas.

Considerando que a história de irrigação data de cerca de 6.000 A.C, no entorno do Rio Nilo no antigo Egito, onde as civilizações egípcias desta época utilizavam-se das cheias do rio Nilo para melhorar a fertilidade do solo e, por meio de edificações com princípio de diques para represamento da água para assim conseguirem umedecer o solo nos períodos de seca observa-se que já neste período as ações antrópicas já eram visíveis na modificação natural do meio ambiente e nos princípios do uso da água para cultivares (MELLO; SILVA, 2008).

Com os maiores desenvolvimentos produtivos e amplitude de conhecimentos técnicos para produção agrícola juntamente com a revolução verde atuando fortemente em países de 3º mundo em pleno desenvolvimento ou com necessidade da existência de um aceleração da produção para um fortalecimento socioeconômico regional e aumento na cadeia de produção alimentícia a nível global surgem como consequência à difusão em alta escala de sistemas de irrigação pelo globo (MACHADO, 2004).

Apesar de o Brasil, ainda no século XXI apresentar problemas nos métodos de irrigação, por falta de conhecimento técnico, apoio governamental e estudos específicos para melhoramento na eficiência do uso da água, a irrigação faz parte de um sistema estratégico, presente em inúmeras propriedades rurais ao longo do país, onde estes mecanismos são utilizados como parte do planejamento rural no empreendimento do homem do campo com objetivo de aumentar a produção e combater as deficiências de chuvas em certas regiões (MELLO; SILVA, 2008).

Há cerca desse método de captação e uso da água para se criar os sistemas irrigados haverá o uso direto e indireto da água, inferindo em alguma etapa de todo ciclo hidrológico de uma macrorregião.

A intensificação da produção agrícola se define como resultado do aperfeiçoamento dos processos de produção da atualidade que estão previstos para acompanhar a modernização e expansão da agricultura nos últimos anos.

Anexado a essa expansão temos um item fundamental que define essa transição do velho conceito de produção agrícola em países menos desenvolvidos

como o Brasil para uma modernização e aumento da produção, isto no período entre (1.960 – 1.980), estamos falando da Revolução Verde como descreve Cunha (2010) em seu trabalho.

A Revolução Verde fundamentou-se no uso intensivo de tecnologia em agricultura, com vistas à elevação de rendimentos, envolvendo, particularmente, novas cultivares, maior quantidade de adubo e uso intensivo de água (CUNHA, 2010, p. 83).

Agregando essa revolução as condições intrínsecas do Brasil, considerando o mesmo como um país com vasta extensão territorial e uma boa carga de recursos hídricos, mas com necessidades urgentes no desenvolvimento econômico, tem-se a difusão dos principais pontos da revolução verde a respeito dos sistemas de irrigação na agricultura, logicamente que esses sistemas irrigados muitas das vezes sem um gerenciamento minucioso para as condições do uso da água e dimensionamento do mesmo, a fim de evitar desperdícios no uso da própria água e problemas diretos do direcionamento da água no solo (MACHADO, 2004).

A atual existência de um sistema de irrigação como descrito por Mello e Silva (2008) dentro de um empreendimento rural se define como um meio estratégico de maximizar a distribuição da água em locais específicos e planejados.

### 3.5 MANEJO DO SOLO

Considerando uma visão holística, como descrito na obra de Primavesi (1980) o manejo do solo refere-se aos métodos de manipulação, utilização, preparo e conservação do mesmo, considerando as características próprias de um solo específico, como os processos de formação daquele solo ao longo do tempo e seus fatores reagentes, que de certa maneira exerceram influência nos processos de transformação química, física e biológica de tal solo.

Sendo assim, o solo se transforma por diversos fatores, tais fatores correspondem às ações antrópicas e naturais. As ações antrópicas são definidas como a utilização do solo pelo homem.

O “solo” é uma camada superficial do Globo Terrestre, no qual pode desenvolver-se as plantas, desde as mais primitivas, como as algas, os musgos e os líquens, até as mais desenvolvidas e evoluídas como as imensas árvores seculares (KAVALERIDZE, 1977, p. 9).

Logo temos as ações naturais caracterizadas em primeiro nível pela pedogênese, que são os processos químicos e físicos que alteram as propriedades que formam um solo bem como a sua geomorfologia, sem esquecer-se de exaltar o clima, topografia, material de origem e o tempo (GUSMÃO FILHO, 2008).

Alem das ações naturais, existem as interferências antrópicas que vem face ao aumento populacional, ocasionando aumento da demanda produtiva de alimentos e intensificação do uso do solo através de métodos de manejo muitas vezes irracionais.

O emprego de métodos para melhorar a produção de um solo a partir do uso de fertilizantes e defensivos, produzindo impactos ambientais imediatos como descrito no trabalho de Braga et al. (2005).

Para Primavesi (1980) o homem exerce uma forte influência através do uso do solo para produção de bens e serviços por meio da aplicação de sistemas agressivos da aração, uso de defensivos agrícolas e pelas queimadas.

Por sua influência sobre o meio ambiente e a vida social dos povos, o solo é, conjuntamente com os oceanos e o sol, ubíquo e praticamente inesgotável, sendo um dos grandes recursos naturais à disposição do homem (GUSMÃO FILHO, 2008, p. 10).

Nesse contexto a expansão agrícola com princípios agroecológicos enfatizando métodos de manejo de culturas e do solo com o planejamento adequado de um sistema de produção podem manter a conservação ambiental do solo com melhor aproveitamento do que o solo em si tem a oferecer para o homem e o meio ambiente (CAPORAL; COSTABEBER, 2002).

O uso intensivo do solo com preparo inadequado e ausência de práticas conservacionista tem resultado num processo de diminuição da fertilidade, degradação das características físicas, químicas e biológicas, acelerando a erosão, com queda na produtividade dos solos agrícolas (MAFRA, et al., 2011, p. 2).

A conservação do solo deve ser integral e, para isso, deve haver uma visão bastante ampla ou global das leis e princípios da natureza, para permitir que esta cumpra seus ciclos vitais e se perpetue através das gerações (NOLLA, 1982, p. 15).

### 3.6 APLICAÇÕES DA INFORMÁTICA NO CAMPO

A utilização da informática no campo são um dos meios para se atingir uma agricultura mais precisa e um maior controle ambiental. A partir deste contexto como descreve Assad; Sano (1998) utilizando-se dos princípios da agricultura de precisão embasado nos princípios da geotecnologia podemos obter melhor aproveitamento de áreas cultiváveis e melhoramento no controle ambiental.

O baixo nível tecnológico dos agricultores familiares brasileiros não pode ser explicado apenas pela falta de tecnologia adequada; ao contrário, em muitos casos, mesmo quando a tecnologia está disponível, esta não se transforma em inovação devido à falta de capacidade e condições para inovar (BATALHA; BUANAIN; SOUZA FILHO, 2005. p. 1).

A dimensão dos métodos de produção condiz diretamente com a necessidade de se aperfeiçoar a qualquer custo os meios para maximizar uma produção específica na mesma velocidade com que esta se transforma em conformidade com o melhoramento contínuo do mercado de atuação (BATALHA; BUANAIN; SOUZA FILHO, 2005).

A aplicação da tecnologia da informática como descrito por Santos; Marion; Segatti (2002) é extremamente útil nos meios de produção, onde a partir deste recurso, eles podem organizar e elaborar com precisão dados, gráficos e consultar informações multidimensionais referentes às dimensões do empreendimento rural.

Os métodos de aplicação da informática são baseados em softwares com princípios matemáticos, contextualizando o princípio da própria informática, ou seja, os próprios parâmetros utilizados para se desenvolver uma tecnologia da informática compõem em essência a utilização e aplicação do programa para outros fins (BARRIVIERA; CANTERI, 2008).

A agricultura moderna é o escopo quando se trata de precisão, eficiência e eficácia, logo, para atingir os três objetivos, necessita-se a utilização de métodos que deem condições favoráveis para se alcançar tais princípios. Tais métodos são a utilização da informática no campo para manter os produtores fortalecidos frente ao mercado globalizado (SILVA, 2007).

### 3.7 CAD (Computer-Aided Design)

Os sistemas de Desenho Assistido por computador são softwares que representam graficamente objetos reais ou fictícios.

Segundo Assad; Sano (1998, p. 7) um sistema CAD é uma ferramenta para capturar desenhos em algum formato legível por uma máquina. Os modelos CAD tratam os dados como desenhos eletrônicos em coordenadas do papel.

Nas possibilidades da utilização desta ferramenta, pode-se utilizá-la para representação gráfica de propriedades rurais por meio da topografia, onde os trabalhos topográficos podem ser transportados para CAD e desta maneira entre a interação destas ferramentas se torna possível atribuir modelagens para estruturar formas reais.

Atualmente os processos de desenvolvimento tecnológico trazem recursos para que as questões sociais de interesse comum sejam facilitadas e melhor compreendidas.

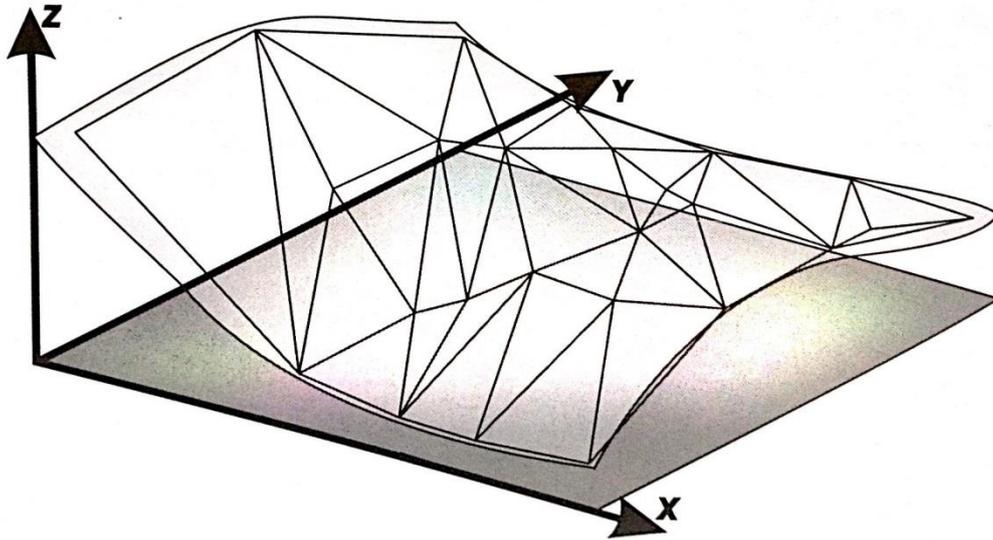
A caracterização realística dos moldes sociais em face da estrutura física das modificações efetuadas pelo homem na paisagem natural são consequências da necessária atualização de mercado, produção, competências eficazes de geração de um produto específico.

Em face desses preceitos a utilização de certas ferramentas é importante para melhor descrever, representar, compreender e estudar minuciosamente tal estrutura componente de um método real de desenvolvimento econômico.

Conforme descrito acima e em detrimento do que é descrito por Assad; Sano (1998) um método real de desenvolvimento pode ser representado por diversas circunstâncias. Considerando entre essas diversas circunstâncias, mas neste caso a produção agrícola, tem-se que a ferramenta CAD é auxílio para representar a estrutura física de uma propriedade rural, bem como as benfeitorias existentes, o dimensionamento de área em consideração à própria modelagem matemática, elaborada especificamente para um processo de planejamento rural.

Logo a estrutura do desenvolvimento de uma interação entre propriedade agrícola e suas características reais como representação através da geotecnologia partindo para a modelagem CAD pode ser representada a seguir:

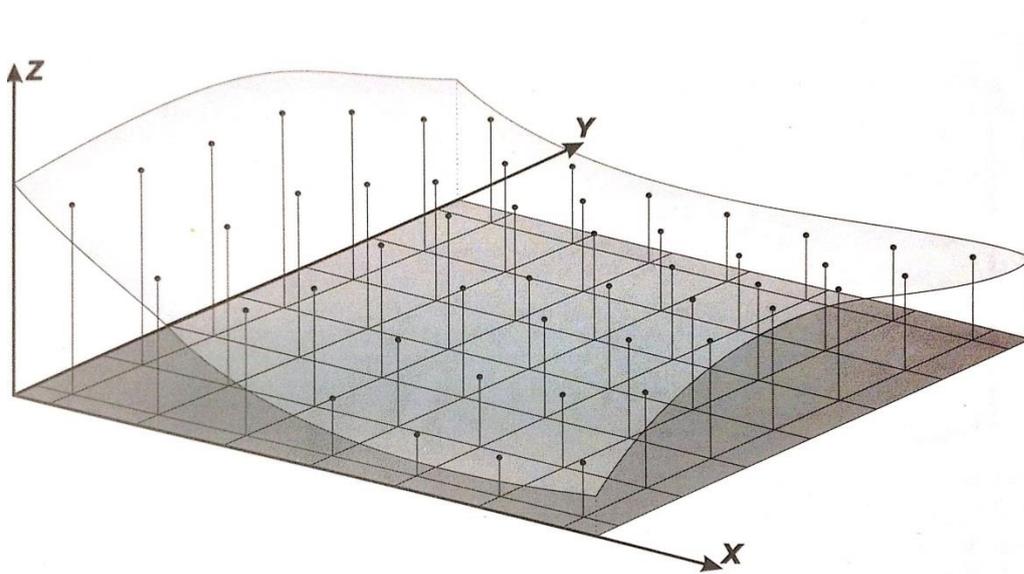
Figura 01: Superfície e malha triangular



Fonte: Namikawa (1995) apud (ASSAD; SANO, 1998).

Como demonstra o trabalho de Assad; Sano (1998) no que diz respeito a representação altimétrica de pontos com atributos de valores matemáticos descrevendo as formas de topografia de terreno, objetivando com isto representar da melhor maneira a superfície do solo, sendo uma ferramenta em elemento de modelagem gráfica, onde se consegue com certa facilidade descrever as características de uma superfície qualquer demonstrando uma estratégia para se definir uma agricultura de maior precisão. Representando essa forma fica exposto a seguir modelo conforme Namikawa:

Figura 02: Superfície e grade regular correspondente



Fonte: Namikawa, 1995 apud (ASSAD; SANO, 1998).

### 3.8 GEOTECNOLOGIAS

Como essência da agricultura de precisão Barriviera; Canteri (2008, p.17) dizem que agricultura de precisão é um conjunto de técnicas que utiliza SIG (Sistema de Informação Geográfica) e informática para melhorar a produtividade agrícola. Nesse contexto os Sistemas de Informações Geográficas, utilizam-se da informática para armazenamento e processamento de dados geográficos, se destacando pela particularidade na utilização de um banco de dados aplicável para estruturação geográfica do globo.

Nesse contexto essa ideologia de utilização de um sistema de informações geográficas fica condicionado no critério de que, para uma melhor aplicação prática fica definido pelo princípio da utilização de CAD, para assim ser depositado nesse sistema de informações.

Os sistemas CAD definem o primeiro passo para representação e estruturação gráfica de fatores reais para em um tempo futuro apresentar para um SIG.

O escopo da agricultura precisa e minuciosa utiliza-se da tecnologia da informática como um meio de melhorar os sistemas de produção, logo, serve como

aprimoramento dos sistemas agroecológicos de produção e planejamentos agrícolas.

A utilização e aplicação das ferramentas desenvolvidas pela geotecnologia vêm do fato que, tanto no espaço urbano, quanto no espaço rural, estas podem ser utilizadas como um meio de controle, conhecimento e coerência em relação ao uso e ocupação da terra (NASCIMENTO; ABREU, 2012, P.11).

Os sistemas de posicionamento no globo, como o uso de GPS (Global Positioning System) ou Sistema de Posição Global, que são alimentados pelas informações obtidas pelos satélites alocados no espaço a cerca de 20.200 km acima da superfície da Terra, são equipamentos aprimorados, que através de seus princípios e funções, auxiliam não apenas as áreas da astrofísica, mas também a meteorologia, geofísica, sensoriamento remoto, posicionamento e navegação.

Todos esses benefícios trazidos pela tecnologia espacial são aplicáveis para a agricultura e para o meio ambiente. Com o passar do tempo, são tecnologias que já apresentam certa facilidade de acesso por parte da população como descrito no trabalho de Barriviera; Canteri (2008). Com essa distribuição e conhecimento deste meio de tecnologia, se torna mais prático e fácil a utilização do mesmo para aplicações e controle em sistemas agroecológicos de produção.

Estas ferramentas podem constituir, nas mãos do poder público e demais situações de domínio de recursos para investimentos em tecnologias e gestão administrativa de entidades públicas e privadas para tomadas de decisão e controle em relação à elaboração de zoneamentos ou controle de áreas para produção de elementos energéticos, controle de recursos naturais e demais cultivos (NASCIMENTO; ABREU, 2012).

Logo a interação entre CAD e GPS, onde o trabalho técnico de coleta de informações se dá através do uso do equipamento GPS, desta maneira a coleta de dados a campo são efetuadas com o auxílio do equipamento, onde o mesmo considera as informações geográficas reais por meio de configurações específicas como altimetria do terreno e compatibiliza por meio do posicionamento de satélites que condicionam informações geodésicas precisas sobre posicionamento global, logo o CAD é a ferramenta de modelagem dos dados geográficos.

A interação dessas duas ferramentas tecnológicas é extremamente dinâmica, oferecendo para o homem auxílio eficiente para diversas áreas, uma delas é neste caso de suma importância sua capacidade tanto de localização precisa da área de

trabalho ou estudo, bem como auxílio para dimensionamento da mesma, em um modelo futuro mais técnico científico pode auxiliar por meio do sensoriamento remoto funções mais específicas como ferramenta para auxílio no manejo da produção de cultivares, reconhecimento de perfis de solos e de controle ambiental de florestas e recursos hídricos (ASSAD; SANO, 1998).

No processamento dos dados coletados via GPS, se torna possível a transcrição exata de objetos reais, logo sua transposição via *CAD* (Computer-Aided Design) ou Desenho Assistido por Computador é uma das ferramentas ideais para a modelagem e representação gráfica de uma estrutura física real.

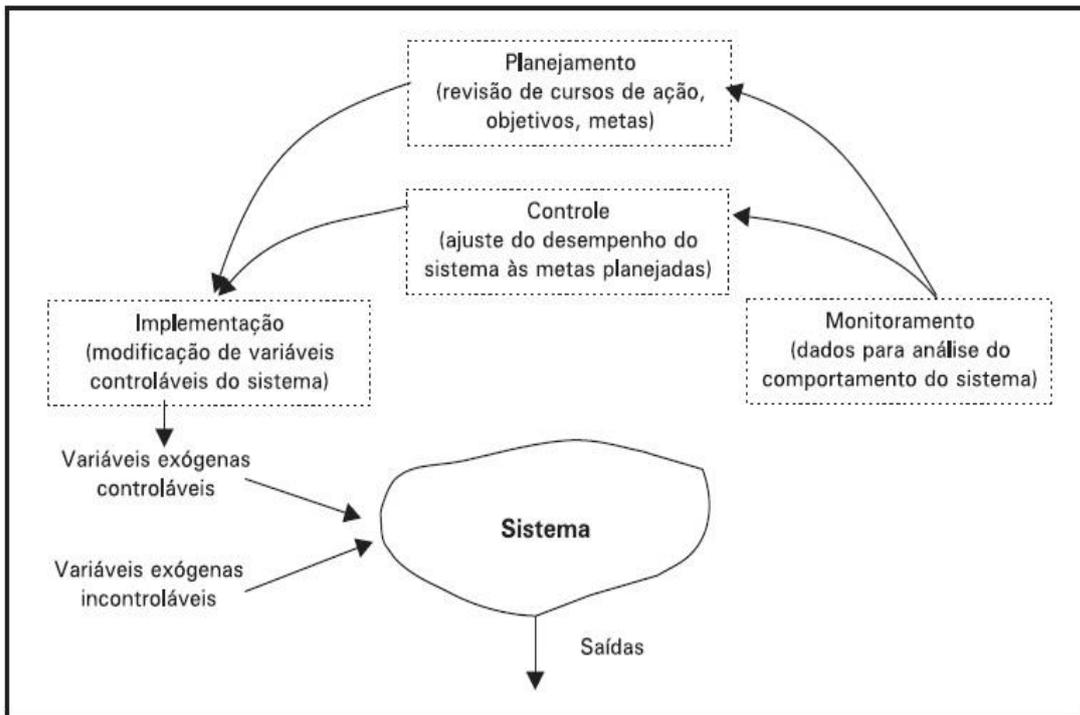
### 3.9 MODELAGEM MATEMÁTICA PARA ATIVIDADES AGRÍCOLAS

A modelagem matemática pode ser definida como a aplicação prática dos princípios matemáticos fundamentados em teoria pelo homem na vida cotidiana do próprio ser humano, para auxiliar no desenvolvimento, entendimento, solução de diferentes problemas e fenômenos encontrados no mundo e fora dele.

A programação matemática trata do estudo de problemas de otimização e o desenvolvimento de métodos para resolvê-los (SILVA, 2007, p. 41).

Uma multidisciplinariedade e dinâmica dos princípios naturais da terra bem como as modificações e atualizações efetuadas pelo homem exigem um meio eficaz para manipulação e compreensão do mesmo, logo a modelagem matemática pode ser aplicada nessa dinâmica, sendo levada além da teoria para aplicação usual e direta, utilizando-se neste caso sua aplicação na agricultura ou empreendimento rural para melhor se planejar, otimizar e maximizar uma função lógica e objetiva na produção de culturas, animais, commodities e etc. Neste contexto o esquema a seguir define a dinâmica da gestão agropecuária:

Figura 03: Diagrama simplificado das ações gerenciais básicas em um sistema de produção agropecuário.



Fonte: (VELOSO; BARIONI; JÚNIOR, 2003, p. 14).

Desta maneira a modelagem matemática serve como meio de se calcular os erros e acertos do empreendimento rural e auxiliar na tomada de decisão do produtor e apresentando a integração multidisciplinar da realidade encontrada no meio rural. Os sistemas agropecuários necessitam integrar-se e inter-relacionar-se em consideração com a realidade do escopo do universo do empreendimento rural que é caracterizado pelos fatores externos de influência onde o produtor não possui poder de atuação como capital e administração pública (VELOSO; BARIONI; JÚNIOR, 2003).

A produção em um empreendimento rural seja este empreendimento de pequeno, médio ou grande porte, com produção de culturas temporárias, semipermanentes ou permanentes, todas essas variáveis necessitam da interação de um coeficiente técnico que descreve as decisões: como, quando e o que fazer.

Como descreve Santos; Marion; Segatti (2002, p. 25) coeficientes técnicos são índices que determinam o tempo necessário para realizar certa operação, em um hectare, expressa em hora-homem, hora máquina, quantidade de insumos consumidos e etc.

Todavia estes coeficientes devem estar em sintonia com as variáveis existentes em uma propriedade rural como recursos naturais disponíveis, sistema de irrigação, manejo do solo, controle ambiental e capacidade financeira e culturas.

Todas as variáveis possuem suas restrições inerentes a cada uma, como restrição de área para as culturas e produção animal, disponibilidade de água para irrigação, fertilidade do solo e restrições ambientais.

Todas as variáveis e restrições estão integradas em um só objetivo como descreve Santos; Marion; Segatti (2002), ou seja, o escopo integrado do que é produzido pelo lucro a se obter dessa produção, no entanto quando se trata do empreendimento rural, muitas das vezes se mantém uma gestão arcaica sem planejamento, logo se deixa de lado a utilização de uma administração com uso da matemática, de softwares e de um sistema de gestão longo e sistemático para se obter a melhoria contínua de uma produção.

Estipular um modelo, ou protótipo de referência adaptado para a otimização específica de um produto, de uma ideia, ou de qualquer objeto real ou flutuante é a função da modelagem matemática aplicada na produção agropecuária.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

Á área de estudo localiza-se no município de Ipiranga, estado do Paraná, a cerca de 10 Km do centro urbano, seu acesso se dá por uma estrada não pavimentada que fornece acesso a localidade de São Braz onde a propriedade está situada. A propriedade está próxima à Escola Estadual Rural Henrique Denck.

Sua localização com as coordenadas geográficas são: Latitude: 24°55'32.17"S e Longitude: 50°35'45.76"O.

Figura 04: Imagem Google Earth. Localização da propriedade de estudo.



Fonte: (GOOGLE EARTH, 2016).

### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

Sua área é de 36.717 m<sup>2</sup> ou 3,67 hectares. Dentro de seu perímetro existe um arroio com a respectiva Área de Preservação Permanente e Reserva Legal, a base do empreendimento rural se dá pela produção do leite bovino com sistema de confinamento e presença de sistema de irrigação para pastagens de inverno e verão. Os dimensionamentos atuais da área de produção, animais e edificações pela área se dá pelo dimensionamento de 04 talhões divididos a seguir: Área 01 - pasto

Irrigado, Área 02 - pasto livre sem manejo, Área 03 - cultivo de milho para silagem, Área 04 - Reserva Legal compensado pela Área de preservação permanente e Área 05 – Edificações. O acesso da propriedade como descrito anteriormente pelo item de localização pode ser representado nas figuras 5 e 6 logo abaixo.

Figura 5 - Estrada de acesso á propriedade A.

Figura 6 – Estrada de acesso a propriedade B.



Fonte: (BERGER, 2016).

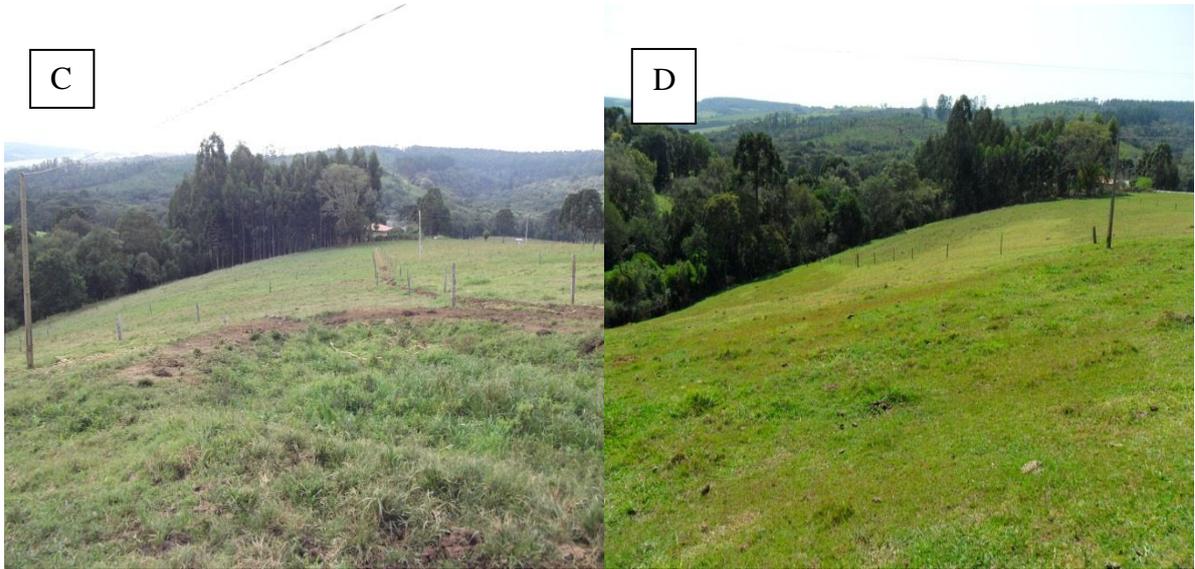
A altitude média é de 800 metros acima do nível do mar. A área possui clima subtropical úmido (tipos Cfa de Koppen) com verões quentes e temperatura do mês mais quente, abaixo de 22°C. Os verões são frescos e no inverno atinge geada severa e frequente, sem estação seca. A temperatura média é inferior a 22°C no verão e, inferior a 18°C nos meses mais frios de inverno. A umidade relativa do ar situa-se em torno de 78% e a precipitação pluviométrica média é de 191 mm/mês.

Os solos da região são divididos em dois grupos: CAMBISSOLOS E LATOSSOLOS vermelho escuro. São solos desenvolvidos em rochas sedimentares dos Campos Gerais onde eram tradicionalmente conhecidos como região de pecuária extensiva.

Como representação as figuras 7 e 8 mostram as áreas da propriedade de estudo, bem como o sistema de irrigação e o pasto sem manejo, ambas as áreas servem como local de circulação e alimentação do gado de leite.

Figura 7 – Área com sistema de irrigação C.

Figura 8 – Pasto sem manejo D.



Fonte: (BERGER,2016).

As edificações da propriedade são apresentadas na figura 9 e 10 logo abaixo, apresentando a casa de morada e casa de ordenha do rebanho, logo pode se observar as edificações, bem como uma visão geral sobre o manejo e confinamento do rebanho tem-se a apresentação do perfil da área como distribuição de edificações e declividade do terreno.

Figura 9 – Edificações da propriedade rural E.

Figura 10 – Edificações da propriedade Rural F.



Fonte: (BERGER, 2016).

A área de edificações é composta tanto pela casa de morada como casa de ordenha do gado. A área oferece para os animais a circulação e local de confinamento para ordenha e manejo direto nos animais para limpeza, tratamento veterinário e manipulação de equipamentos na retirada do leite, apresenta também o tanque para armazenamento do leite retirado dos animais.

#### 4.3 ANTEPROJETO

Dentre as informações constatadas em campo e, não somente na propriedade de estudo em si, mas todas as informações relevantes e problemáticas que são encontradas atualmente no sistema agropecuário e ambiental do município e que também é predominante na área de estudo serão o escopo do projeto, definindo as problemáticas em todo o perfil da região municipal estão a falta de apoio direto de técnicos capacitados, gestão pública, falta de planejamento e de métodos de manejo eficientes que se baseiem em coeficientes e parâmetros técnicos como legislação ambiental, manejo e conservação do solo, perfil fisiológico de animais e plantas, relação solo e planta e correto dimensionamento do sistema de irrigação.

Foram aplicados métodos e ferramentas administrativas para auxílio e melhorias, bem como para uma maior rentabilidade e produção dentro dos padrões ambientais.

Para isto serão utilizados sistemas de planejamento rural e ambiental onde deve-se levar em conta algumas questões como o que produzir? Quanto produzir? Para quando produzir? Com quais recursos produzir? Durante que período de tempo? E qual o local onde será feito? São questões simples e que definem a situação e o progresso de propriedades.

Os processos executados dentro da propriedade foram levados em conta, como aproveitamento da área, uso dos recursos dentro das legislações ambientais vigentes, manejo integrado do solo, pastagem e utilização rotacional com o rebanho.

Foram analisados e contabilizados os valores econômicos, insumos, e demais produtos necessários para o manejo in loco de toda a propriedade.

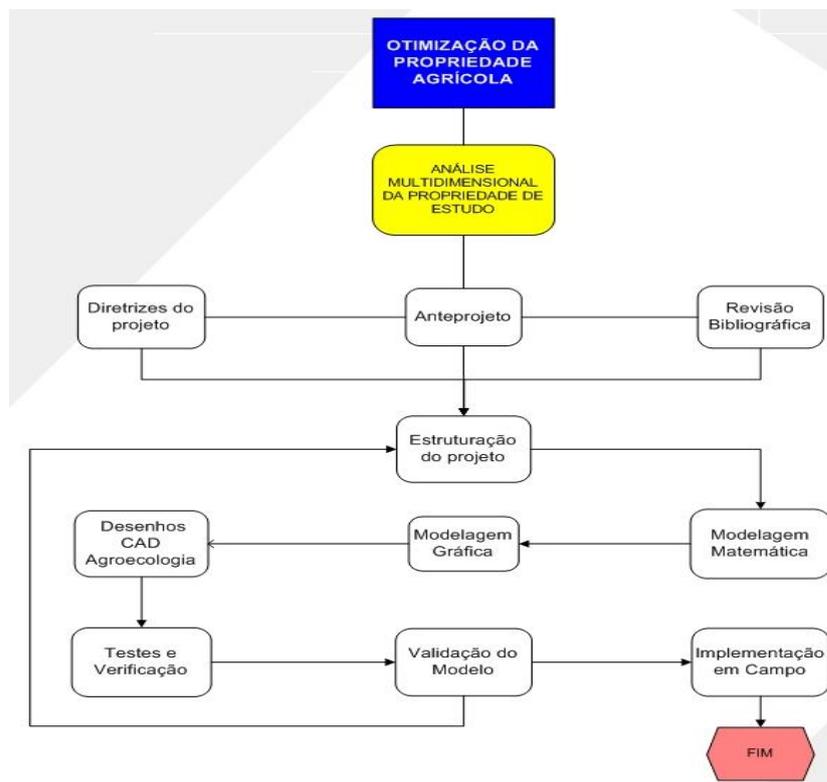
Dentre os fluxos de processos de operacionalização serão usados parâmetros como o software VISIO para organizar e racionalizar todos os meios de

administração do projeto. O uso do software VISIO, serviu para organização do trabalho, onde foram considerados e seguidos os itens como descritos na figura 11.

Análise Multidimensional da Propriedade de Estudo: considerando as dimensões de atuação da propriedade e sua estrutura, como sua produção de leite, manejo de pasto irrigado, produção de milho para silagem e estruturação física geral como sua porcentagem de Reserva Legal existente, edificações como casa de ordenha, casa de morada, número de animais e métodos de produção.

Na sequência do projeto em conformidade com a figura 11 foram definidos as diretrizes do projeto, que foram as seguintes: realizar a visita in loco a propriedade para tomar conhecimento da realidade física como número de animais (gado leiteiro), tipos de pastagens utilizadas, manejo do solo, sistema de irrigação utilizada, dimensionamento das áreas para Pastagem Irrigada, Pastagem Livre, Cultivo de Milho para Silagem, Edificações e Área de Reserva Legal.

Figura 11 – Esquematização da metodologia do anteprojeto.



Fonte: (BERGER, 2016).

Após as considerações citadas acima, as informações foram anotadas e analisadas e logo em seguida definido o escopo do projeto. Com a definição objetiva

do projeto de planejar a produção de pasto e dimensionar as áreas com a utilização da modelagem matemática e de softwares de auxílio, o projeto se desenvolveu com a aplicação dos dados obtidos em campo no software LINGO 11.0, os dados aplicados foram: dimensionamento de áreas cultivadas com pastagens, milho para silagem e reserva legal.

Após as considerações aplicadas no LINGO, deu-se o levantamento topográfico e altimétricos da área, cujo os dados foram modelados graficamente em software CAD.

Com a elaboração dessas etapas criou-se conforme figura 11 uma ordem de organização do projeto, desta maneira o mesmo ficou estruturado em sequência de levantamento de dados, levantamento topográfico e altimétrico, modelagem matemática e desenhos CAD.

#### 4.4 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO E PLANIALTIMÉTRICO

Para um melhor planejamento rural e ambiental, foram realizados os levantamentos topográficos e planialtimétrico da área de estudo.

Primeiramente para os dois levantamentos, tanto topográfico, quanto planimétrico foram utilizados de GPS (Sistema de Posicionamento Global) de alta precisão conforme figura 12

Foto 12 – Levantamento Topográfico e Altimétrico.



Fonte: (BERGER, 2016)

O equipamento utilizado foi um receptor GNSS TOPCON HIPPER II, GNSS de alta precisão nas frequências L1 e L2, 72 canais, receptor GLONASS e GPS, com precisão no método estático L1 e L2, para Horizontal: 3 mm (milímetros), taxa de gravação de 1 segundo, com tempo de 5 minutos por ponto, apresentando com este tempo a precisão necessária para ajustamento da área no globo. Vertical: 5 mm (milímetros), taxa de gravação de 1 segundo, com tempo de 5 minutos conforme figura 12.

O HIPPER II foi utilizado no presente trabalho para atualização e localização dos principais vértices do imóvel rural, sendo para isso coletado em três vértices materializados no campo, com período de gravação de 5 minutos, com taxa de gravação de 1 segundo e máscara de elevação maior que 15° graus.

A utilização para o sistema de coordenadas foi o UTM (Universal Transversa de Mercator), no datum SIRGAS 2000, deve-se ao fato de que o levantamento do perímetro foi realizado em setembro/2006 utilizando-se para o mesmo um teodolito mecânico, TOPCON TL 6D, com precisão angular de 30° graus, não sendo utilizado nenhum equipamento que pudesse estabelecer e relacionar o imóvel ao globo.

Além da adequação dos vértices do perímetro, o GNSS foi utilizado para coleta dos dados altimétricos, sendo para isso configurado para a coleta de cada ponto no tempo de 2 minutos a taxa de gravação de 1 segundo e um espaçamento, ou equidistância variando de 6, 8 e 12 metros entre um ponto e outro.

#### 4.5 SOFTWARE LINGO 11.0

O LINGO (*Optimization Modeling Software for Linear, Nonlinear, and Integer Programming*) é um software de modelagem e resolução de problemas lineares e não lineares, muito utilizado para otimização de processos.

A modelagem das variáveis encontradas em todos os âmbitos, como sazonalidade de mercado, recursos naturais disponíveis, clima, investimentos e leis ambientais restritas foram avaliados pelo software Lingo 11.0, calculados os níveis de risco e investimentos. Os parâmetros a serem analisados e incluídos no software serão o problema de planejamento como: objetivo, alternativa e restrições, recursos naturais, investimentos, dimensionamento de área e legislações.

Devido á falta de informações, conhecimento, capacitação ou de acompanhamento de pessoas habilitadas os pequenos produtores rurais encontram

divergências em todas as etapas do cultivo de seus produtos, dessa maneira tendo prejuízos e causando a degradação desnecessária do meio ambiente.

Durante a realização do trabalho a modelagem realizada com o LINGO 11.0 e suas respectivas Variáveis, Função Objetivo e Restrições foram definidas em 3 principais modelos matemáticos, os quais estão descritos em ordem: Modelagem Geral, Modelagem para tomada de Decisão e Modelagem para adequação da Reserva Legal, as quais foram modeladas pelo LINGO 11.0. A figura 16 logo em seguida apresenta a face do software LINGO em execução

Figura 13: software LINGO e modelagem matemática.

```

#OTIMIZAÇÃO DE PROPRIEDADE AGRÍCOLA:

!Definição das Variáveis:
!X1 = Hectares de Milho para silagem a serem produzidos;
!X2 = Hectares de Milheto para silagem a serem produzidos;
!X3 = Hectares de Brachiaria a serem produzidos;
!X4 = Hectares de Sorgo para silagem a serem produzidos;
!X5 = Hectares de Azevém para silagem a serem produzidos;
!X6 = Hectares de Milho Irrigado para silagem a serem produzidos;
!X7 = Hectares de Milheto Irrigado para silagem a serem produzidos;
!X8 = Hectares de Sorgo Irrigado para silagem a serem produzidos;
!X9 = Hectares de Azevém Irrigado para silagem a serem produzidos;
!X10 = Área de Reserva Legal;
!X11 = Área de Edificações;

!(Disponibilidade de Área (cha)) Reserva =4.142 Milho=11.441, Edificacoes=2.471 Pasto Livre=4.687 irrigacao= 13.976 Total= 36.717;

!Função Objetivo:
Max= 152*X1 + 152*X2 + 152*X3 + 152*X4 + 160*X5 + 153*X6 + 153*X7 + 153*X8 + 169*X9 + 0*X10+ 0*X11;
!0animais com 0.80Rs/L onde 19 litros=152Rs, 15litros=120, 21 litros=160, 22litros= 176Rs

!Restrições:
0.3*x6 + 0.3*x7 + 0.2*x8 + 0.15*x9 <= 32.835; !(Disp.de Água 55 aspersores x 0,597litros/h Raio=12 metros)Necess.650mm no ciclo do milho ou 7.2L/dia ou 0.3mm por hora;
0.77*x6 + 0.77*x7 + 0.51*x8 + 0.38*x9 <= 950; !(Disponibilidade de Energia Elétrica <KW>); !(0.35Rs/kWh) Bomba de 3cv = 2206.5w ou 2.2kWh Consumo=2.2x0.35 = 0.77Rs/h;
0.16*x1 + 0.17*x2 + 0.18*x3 + 0.19*x4 + 0.16*x5 + 0.17*x6 + 0.18*x7 + 0.16*x8 + 0.17*x9 + 0*x10 + 0*x11 <= 4000;!(Custos de Produção <R$>);
6*x1 + 6*x2 + 6*x3 + 6*x4 + 6*x5 + 6*x6 + 6*x7 + 6*x8 + 6*x9 + 0*x10 + 0*x11 <= 9999;!(Disponibilidade de mão-de-obra <dH>);
1*x1 + 1*x2 + 1*x3 + 1*x4 + 1*x5 + 1*x6 + 1*x7 + 1*x8 +1*x9 +0*x10 + 0*x11 <= 9999;!(Disponibilidade de máquinas <hM>);
x1 <=1.1441; !(Limite de área do campo de milho);
x2 + x4 + x5 <=1.3976; !(Limite de área sem irrigação);
x3 <=0.4687;!(Limite de área de pastagem);
x6 + x7 + x8 + x9 <=1.3976; !(Limite de área com irrigação);
x1 >=0; !(Área Mínima de Milho a ser produzida);
x2 >=0; !(Área Mínima de Milheto a ser produzida);
x3 >=0; !(Área Mínima de Brachiaria a ser produzida);
x4 >=0; !(Área Mínima de Sorgo a ser produzida);
x5 >=0; !(Área Mínima de Azevém a ser produzida);
x6 >=0; !(Área Mínima de Milho Irrigado a ser produzida);
x7 >=0; !(Área Mínima de Milheto Irrigado a ser produzida);
x8 >=0; !(Área Mínima de Sorgo Irrigado a ser produzida);
x9 >=0;!(Área Mínima de Azevém Irrigado a ser produzida);
x10 = 0.4687; !(Área Mínima de reserva legal);
x11 = 0.2471; !(Área Mínima de edificações);

```

Fonte: (BERGER, 2016).

## 4.6 MODELAGEM MATEMÁTICA

Em Consideração a modelagem, 3 itens definem os princípios do modelo entre os quais são: Variáveis, Função Objetivo e Restrições.

Descrevendo as Variáveis aplicadas ao software temos:

!X1 = Hectares de Milho para silagem a serem produzidos;  
 !X2 = Hectares de Milheto para silagem a serem produzidos;  
 !X3 = Hectares de Brachiaria a serem produzidos;  
 !X4 = Hectares de Sorgo para silagem a serem produzidos;  
 !X5 = Hectares de Azevém para silagem a serem produzidos;  
 !X6 = Hectares de Milho Irrigado para silagem a serem produzidos;  
 !X7 = Hectares de Milheto Irrigado para silagem a serem produzidos;  
 !X8 = Hectares de Sorgo Irrigado para silagem a serem produzidos;  
 !X9 = Hectares de Azevém Irrigado para silagem a serem produzidos;  
 !X10 = Área de Reserva Legal;  
 !X11 = Área de Edificações;

Disponibilidade de Área em hectares:

Reserva Legal= 4.142 m<sup>2</sup>

Milho= 11.441 m<sup>2</sup>

Edificações= 2.471 m<sup>2</sup>

Pasto Livre= 4.687 m<sup>2</sup>

Irrigação= 13.976 m<sup>2</sup>

Área Total= 36.717 m<sup>2</sup>

## MODELAGEM MATEMÁTICA DO PROBLEMA

$$Z = \sum_j^n L_j X_j$$

onde:

Z = função objetivo (lucro);

J= índice da cultura {1,...,n};

X<sub>j</sub>= área a ser cultivada da cultura j;

L<sub>j</sub>= lucro por unidade de área cultivada da cultura i;

$$\sum_{j=1}^n c_j X_j \leq R_{mobra} \quad \forall j$$

$$\sum_{j=1}^n c_j X_j \leq R_{\acute{a}gua} \quad \forall j$$

$$\sum_{j=1}^n c_j X_j \leq R_{m\grave{a}quina} \quad \forall j$$

$$\sum_{j=1}^n c_j X_j \leq R_{insumos} \quad \forall j$$

$$\sum_{j=1}^n c_j X_j \leq R_{serviços} \quad \forall j$$

Onde:

Z= valor ótimo de referência da função objetivo ;

j= índice da cultura {1,...,n};;

c<sub>j</sub>= quantidade do recurso utilizada pela cultura j;

R<sub>1</sub>= quantidade disponível de mão-de-obra;

R<sub>2</sub>= quantidade disponível de água;

R<sub>3</sub>= quantidade disponível de máquinas;

R<sub>4</sub>= quantidade disponível de insumos;

R<sub>5</sub>= quantidade disponível de serviços;

Descrevendo as Funções Objetivo aplicado ao software temos:

!Função Objetivo;

$$\text{Max} = 152 \cdot X_1 + 152 \cdot X_2 + 152 \cdot X_3 + 152 \cdot X_4 + 168 \cdot X_5 + 153 \cdot X_6 + 153 \cdot X_7 + 153 \cdot X_8 + 169 \cdot X_9 + 0 \cdot X_{10} + 0 \cdot X_{11};$$

!10animais com 0.80Rs/L onde 19 litros =152R\$, 15litros =120, 21 litros=168, 22litros= 176R\$

Onde Max representa a maximização de lucro para cada variável descrita como X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9, X10 e X11, ou seja, para cada variável é agregado uma condicionante, neste caso as condicionantes anexadas como atributo para as variáveis são a diversificação de pastagens.

Para a produção de leite, foram considerados o número de animais que estão produzindo uma quantia x de leite por dia, neste caso 10 animais para uma função objetiva referente á variância de produção/animal/dia e um valor fixo de custo por litro de leite de R\$ 0,80 centavos por litro. As alternâncias de produção consideradas foram de 15, 19, 21 e 22 litros de leite/dia/animal. Valores que são oscilados em decorrência das condições específicas de cada pasto bem como a sua qualidade e quantidade.

Descrevendo as restrições aplicadas ao software temos:

$$0.3 \cdot x_6 + 0.3 \cdot x_7 + 0.2 \cdot x_8 + 0.15 \cdot x_9 \leq 32.835; \text{!(Disp.de Água 55 aspersores x 0,597litros/h Raio=12 metros)Necess.650mm no ciclo do milho ou 7.2L/dia ou 0.3mm por hora;}$$

$0.77*x_6 + 0.77*x_7 + 0.51*x_8 + 0.38*x_9 \leq 950$ ; !(Disponibilidade de Energia Elétrica <KWh>); !(0.35R\$/Kw) Bomba de 3cv = 2206.5w ou 2.2Kwh Consumo=2.2x0.35 = 0.77R\$/h;

$0.16*x_1 + 0.17*x_2 + 0.18*x_3 + 0.19*x_4 + 0.16*x_5 + 0.17*x_6 + 0.18*x_7 + 0.16*x_8 + 0.17*x_9 + 0*x_{10} + 0*x_{11} \leq 4000$ ;!(Custos de Produção <R\$>);

$6*x_1 + 6*x_2 + 6*x_3 + 6*x_4 + 6*x_5 + 6*x_6 + 6*x_7 + 6*x_8 + 6*x_9 + 0*x_{10} + 0*x_{11} \leq 9999$ ;!(Disponibilidade de mão-de-obra <DH>);

$1*x_1 + 1*x_2 + 1*x_3 + 1*x_4 + 1*x_5 + 1*x_6 + 1*x_7 + 1*x_8 + 1*x_9 + 0*x_{10} + 0*x_{11} \leq 9999$ ;!(Disponibilidade de máquinas <hM>);

$x_1 \leq 1.1441$ ; !(Limite de área do campo de milho);

$x_2 + x_4 + x_5 \leq 1.3976$ ; !(Limite de área sem irrigação);

$x_3 \leq 0.4687$ ;!(Limite de área de pastagem);

$x_6 + x_7 + x_8 + x_9 \leq 1.3976$ ; !(Limite de área com irrigação);

$x_1 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Milho a ser produzida);

$x_2 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Milheto a ser produzida);

$x_3 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Brachiaria a ser produzida);

$x_4 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Sorgo a ser produzida);

$x_5 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Azevém a ser produzida);

$x_6 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Milho Irrigado a ser produzida);

$x_7 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Milheto Irrigado a ser produzida);

$x_8 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Sorgo Irrigado a ser produzida);

$x_9 \geq 0$ ;!(Área Mínima de Azevém Irrigado a ser produzida);

$x_{10} = 0.4687$ ; !(Área Mínima de reserva legal);

$x_{11} = 0.2471$ ; !(Área Mínima de edificações);

A modelagem matemática foi estruturada da seguinte maneira com aplicação das Variáveis, Função Objetivo e Restrições tem-se a elaboração de 03 cenários definidos em: 1° cenário para representação atual da propriedade. 2° cenário para aplicação da irrigação em área total e 3° cenário para aplicação da adequação da reserva legal e aplicação da pastagem irrigada. O 1° cenário foi gerado pela aplicação no software Lingo, o mesmo pode ser representado a seguir:

!#OTIMIZAÇÃO DE PROPRIEDADE AGRÍCOLA;

!Definição das Variáveis;

!X1 = Hectares de Milho para silagem a serem produzidos;

!X2 = Hectares de Milheto para silagem a serem produzidos;

!X3 = Hectares de Brachiaria a serem produzidos;

!X4 = Hectares de Sorgo para silagem a serem produzidos;

!X5 = Hectares de Azevém para silagem a serem produzidos;

!X6 = Hectares de Milho Irrigado para silagem a serem produzidos;

!X7 = Hectares de Milheto Irrigado para silagem a serem produzidos;

!X8 = Hectares de Sorgo Irrigado para silagem a serem produzidos;

!X9 = Hectares de Azevém Irrigado para silagem a serem produzidos;

!X10 = Área de Reserva Legal;

!X11 = Área de Edificações;

!(Disponibilidade de Área <ha> Reserva =4.142 Milho=11.441, Edificacoes=2.471  
Pasto Livre=4.687 irrigacao= 13.976 Total= 36.717;

!Função Objetivo;

Max= 152\*X1 + 152\*X2 + 152\*X3 + 152\*X4 + 168\*X5 + 153\*X6 + 153\*X7 + 153\*X8  
+ 169\*X9 + 0\*X10+ 0\*X11;

!10animais com 0.80Rs/L onde 19 litros =152R\$, 15litros =120, 21 litros=168,  
22litros= 176R\$

!Restrições;

$0.3*x6 + 0.3*x7 + 0.2*x8 + 0.15*x9 \leq 32.835$ ; !(Disp.de Água 55 aspersores x  
0,597litros/h Raio=12 metros)Necess.650mm no ciclo do milho ou 7.2L/dia ou 0.3mm  
por hora;

$0.77*x6 + 0.77*x7 + 0.51*x8 + 0.38*x9 \leq 950$ ; !(Disponibilidade de Energia Elétrica  
<KWh>); !(0.35R\$/Kw) Bomba de 3cv = 2206.5w ou 2.2Kwh Consumo=2.2x0.35 =  
0.77R\$/h;

$0.16*x1 + 0.17*x2 + 0.18*x3 + 0.19*x4 + 0.16*x5 + 0.17*x6 + 0.18*x7 + 0.16*x8 +$   
 $0.17*x9 + 0*x10 + 0*x11 \leq 4000$ ;!(Custos de Produção <R\$>);

$6*x1 + 6*x2 + 6*x3 + 6*x4 + 6*x5 + 6*x6 + 6*x7 + 6*x8 + 6*x9 + 0*x10 + 0*x11 \leq$   
9999;!(Disponibilidade de mão-de-obra <dH>);

$1*x1 + 1*x2 + 1*x3 + 1*x4 + 1*x5 + 1*x6 + 1*x7 + 1*x8 + 1*x9 + 0*x10 + 0*x11 \leq$   
9999;!(Disponibilidade de máquinas <hM>);

$X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 + X10 + X11 \leq 3.671$ ;

$x_1 \leq 1.1441$ ; !(Limite de área do campo de milho);  
 $x_2 + x_4 + x_5 \leq 1.3976$ ; !(Limite de área sem irrigação);  
 $x_3 \leq 0.4687$ ; !(Limite de área de pastagem);  
 $x_6 + x_7 + x_8 + x_9 \leq 1.3976$ ; !(Limite de área com irrigação);  
 $x_1 \geq 1.1441$ ; !(Área Mínima de Milho a ser produzida);  
 $x_2 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Milheto a ser produzida);  
 $x_3 \geq 0.4687$ ; !(Área Mínima de Brachiaria a ser produzida);  
 $x_4 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Sorgo a ser produzida);  
 $x_5 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Azevém a ser produzida);  
 $x_6 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Milho Irrigado a ser produzida);  
 $x_7 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Milheto Irrigado a ser produzida);  
 $x_8 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Sorgo Irrigado a ser produzida);  
 $x_9 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Azevém Irrigado a ser produzida);  
 $x_{10} = 0.4687$ ; !(Área Mínima de reserva legal);  
 $x_{11} = 0.2471$ ; !(Área Mínima de edificações);

O 2º cenário ou cenário de aplicação de irrigação em área total pode ser apresentado a seguir:

!#OTIMIZAÇÃO DE PROPRIEDADE AGRÍCOLA;

!Definição das Variáveis;

!X1 = Hectares de Milho para silagem a serem produzidos;

!X2 = Hectares de Milheto para silagem a serem produzidos;

!X3 = Hectares de Brachiaria a serem produzidos;

!X4 = Hectares de Sorgo para silagem a serem produzidos;

!X5 = Hectares de Azevém para silagem a serem produzidos;

!X6 = Hectares de Milho Irrigado para silagem a serem produzidos;

!X7 = Hectares de Milheto Irrigado para silagem a serem produzidos;

!X8 = Hectares de Sorgo Irrigado para silagem a serem produzidos;

!X9 = Hectares de Azevém Irrigado para silagem a serem produzidos;

!X10 = Área de Reserva Legal;

!X11 = Área de Edificações;

!(Disponibilidade de Área <ha>) Reserva =0.4142 Milho=1.1441, Edificacoes=0.2471  
 Pasto Livre=0.4687 irrigacao= 1.3976 Total= 3.6717;

!Função Objetivo;

Max= 152\*X1 + 152\*X2 + 152\*X3 + 152\*X4 + 168\*X5 + 153\*X6 + 153\*X7 + 153\*X8  
 + 169\*X9 + 0\*X10+ 0\*X11;

!10animais com 0.80Rs/L onde 19 litros =152R\$, 15litros =120, 21 litros=168,  
 22litros= 176R\$

!Restrições;

$0.3*x6 + 0.3*x7 + 0.2*x8 + 0.15*x9 \leq 32.835$ ; !(Disp.de Água 55 aspersores x  
 0,597litros/h Raio=12 metros)Necess.650mm no ciclo do milho ou 7.2L/dia ou 0.3mm  
 por hora;

$0.77*x6 + 0.77*x7 + 0.51*x8 + 0.38*x9 \leq 950$ ; !(Disponibilidade de Energia Elétrica  
 <KWh>); !(0.35R\$/Kw) Bomba de 3cv = 2206.5w ou 2.2Kwh Consumo=2.2x0.35 =  
 0.77R\$/h;

$0.16*x1 + 0.17*x2 + 0.18*x3 + 0.19*x4 + 0.16*x5 + 0.17*x6 + 0.18*x7 + 0.16*x8 +$   
 $0.17*x9 + 0*x10 + 0*x11 \leq 4000$ ;!(Custos de Produção <R\$>);

$6*x1 + 6*x2 + 6*x3 + 6*x4 + 6*x5 + 6*x6 + 6*x7 + 6*x8 + 6*x9 + 0*x10 + 0*x11 \leq$   
 9999;!(Disponibilidade de mão-de-obra <dH>);

$1*x1 + 1*x2 + 1*x3 + 1*x4 + 1*x5 + 1*x6 + 1*x7 + 1*x8 + 1*x9 + 0*x10 + 0*x11 \leq$   
 9999;!(Disponibilidade de máquinas <hM>);

$X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 + X10 + X11 \leq$   
 3.6717;!(Disponibilidade de Área Total <ha>);

$x1 \leq 3.0104$ ; !(Limite de área do campo de milho);

$x2 + x4 + x5 \leq 3.0104$ ; !(Limite de área sem irrigação);

$x3 \leq 3.0104$ ; !(Limite de área de pastagem);

$x6 + x7 + x8 + x9 \leq 3.0104$ ; !(Limite de área com irrigação);

$X1 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Milho a ser produzida);

$x2 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Milheto a ser produzida);

$x3 \geq 0$ ; !Área Mínima de Brachiaria a ser produzida);

$x4 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Sorgo a ser produzida);

$X5 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Azevém a ser produzida);

$x6 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Milho Irrigado a ser produzida);

$x_7 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Milheto Irrigado a ser produzida);  
 $x_8 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Sorgo Irrigado a ser produzida);  
 $x_9 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Azevém Irrigado a ser produzida);  
 $x_{10} = 0.4687$ ; !(Área Mínima de reserva legal);  
 $x_{11} = 0.2471$ ; !(Área Mínima de edificações);

O 3º cenário ou cenário para adequação da Reserva Legal com aplicação de pastagem irrigada podem ser apresentados a seguir:

!#OTIMIZAÇÃO DE PROPRIEDADE AGRÍCOLA;

!Definição das Variáveis;

!X1 = Hectares de Milho para silagem a serem produzidos;

!X2 = Hectares de Milheto para silagem a serem produzidos;

!X3 = Hectares de Brachiaria a serem produzidos;

!X4 = Hectares de Sorgo para silagem a serem produzidos;

!X5 = Hectares de Azevém para silagem a serem produzidos;

!X6 = Hectares de Milho Irrigado para silagem a serem produzidos;

!X7 = Hectares de Milheto Irrigado para silagem a serem produzidos;

!X8 = Hectares de Sorgo Irrigado para silagem a serem produzidos;

!X9 = Hectares de Azevém Irrigado para silagem a serem produzidos;

!X10 = Área de Reserva Legal;

!X11 = Área de Edificações;

!(Disponibilidade de Área <ha>) Reserva =0.4142 Milho=1.1441, Edificacoes=0.2471

Pasto Livre=0.4687 irrigacao= 1.3976 Total= 3.6717;

!Função Objetivo;

$\text{Max} = 152 \cdot X_1 + 152 \cdot X_2 + 152 \cdot X_3 + 152 \cdot X_4 + 168 \cdot X_5 + 153 \cdot X_6 + 153 \cdot X_7 + 153 \cdot X_8$   
 $+ 169 \cdot X_9 + 0 \cdot X_{10} + 0 \cdot X_{11}$ ;

!10animais com 0.80Rs/L onde 19 litros =152R\$, 15litros =120, 21 litros=168, 22litros= 176R\$

!Restrições;

$0.3 \cdot x_6 + 0.3 \cdot x_7 + 0.2 \cdot x_8 + 0.15 \cdot x_9 \leq 32.835$ ; !(Disp.de Água 55 aspersores x 0,597litros/h Raio=12 metros)Necess.650mm no ciclo do milho ou 7.2L/dia ou 0.3mm por hora;

$0.77 \cdot x_6 + 0.77 \cdot x_7 + 0.51 \cdot x_8 + 0.38 \cdot x_9 \leq 950$ ; !(Disponibilidade de Energia Elétrica <KWh>); !(0.35R\$/Kw) Bomba de 3cv = 2206.5w ou 2.2Kwh Consumo=2.2x0.35 = 0.77R\$/h;

$0.16 \cdot x_1 + 0.17 \cdot x_2 + 0.18 \cdot x_3 + 0.19 \cdot x_4 + 0.16 \cdot x_5 + 0.17 \cdot x_6 + 0.18 \cdot x_7 + 0.16 \cdot x_8 + 0.17 \cdot x_9 + 0 \cdot x_{10} + 0 \cdot x_{11} \leq 4000$ ;!(Custos de Produção <R\$>);

$6 \cdot x_1 + 6 \cdot x_2 + 6 \cdot x_3 + 6 \cdot x_4 + 6 \cdot x_5 + 6 \cdot x_6 + 6 \cdot x_7 + 6 \cdot x_8 + 6 \cdot x_9 + 0 \cdot x_{10} + 0 \cdot x_{11} \leq 9999$ ;!(Disponibilidade de mão-de-obra <dH>);

$1 \cdot x_1 + 1 \cdot x_2 + 1 \cdot x_3 + 1 \cdot x_4 + 1 \cdot x_5 + 1 \cdot x_6 + 1 \cdot x_7 + 1 \cdot x_8 + 1 \cdot x_9 + 0 \cdot x_{10} + 0 \cdot x_{11} \leq 9999$ ;!(Disponibilidade de máquinas <hM>);

$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} \leq 3.6717$ ;!(Disponibilidade de Área Total <ha>);

$x_1 \leq 2.7448$ ; !(Limite de área do campo de milho);

$x_2 + x_4 + x_5 \leq 2.7448$ ; !(Limite de área sem irrigação);

$x_3 \leq 2.7448$ ; !(Limite de área de pastagem);

$x_6 + x_7 + x_8 + x_9 \leq 2.7448$ ; !(Limite de área com irrigação);

$X_1 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Milho a ser produzida);

$x_2 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Milheto a ser produzida);

$x_3 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Brachiaria a ser produzida);

$x_4 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Sorgo a ser produzida);

$X_5 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Azevém a ser produzida);

$x_6 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Milho Irrigado a ser produzida);

$x_7 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Milheto Irrigado a ser produzida);

$x_8 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Sorgo Irrigado a ser produzida);

$x_9 \geq 0$ ; !(Área Mínima de Azevém Irrigado a ser produzida);

$x_{10} = 0.7343$ ; !(Área Mínima de reserva legal);

$x_{11} = 0.2471$ ; !(Área Mínima de edificações);

#### 4.7 COLETA DO SOLO

O conhecimento da área de estudo, bem como sua atual utilização e os meios usados para manejar a terra in loco para irrigação e pastagem e considerações

como tipo de solo local, clima, precipitação atmosférica e topografia são relevantes para melhor se entender os processos de transformação do solo, para isto, foi realizada a coleta de amostras de solo para análise física química objetivando auxiliar o produtor no manejo de seu solo.

Desse modo foram coletadas 20 (vinte) amostras padronizadas com uma distância entre uma coleta e outra de 15 metros, sendo recolhida em média uma amostra em cada piquete de pasto irrigado e, considerado uma profundidade por amostra de 20 centímetros de profundidade através do uso de uma ferramenta trado com forma espiral e extremidade inferior pontiaguda com diâmetro de 20 centímetros.

Figura14: Coleta do solo, parâmetro de profundidade da amostra G.

Figura15: Coleta do solo, parâmetro de diâmetro da amostra H.



Fonte: (BERGER, 2016).

As amostras coletadas contabilizaram um volume total de 37.680 cm<sup>3</sup>. As amostras foram alocadas em um saco plástico e entregues para análise. Conforme descrito acima.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 GESTÃO ATUAL DA PROPRIEDADE E O PLANEJAMENTO RURAL E AMBIENTAL

Os processos de produção e a área existente, considerando essas informações, foram constatados que a área se atém ao manejo simples, sem uso de métodos e ferramentas administrativas, sem planejamento do uso e manejo do solo e sem controle racional de seus recursos naturais, como o uso da água do arroio propriamente dito.

Na propriedade foi instalado um sistema de irrigação com aspersores, objetivando a coleta e uso da água do arroio, a instalação desse sistema se deu pelos problemas encontrados com a redução dos índices de chuvas anuais nos meses de Maio a Agosto onde a pastagem se torna escassa e como consequência ocorre á redução na produção do leite pelo rebanho.

Para os sistemas de dimensionamento de área prevalece um modelo arcaico, onde o produtor rural insiste na adequação e decisão final, tomando como fator crucial para os critérios de como serão aproveitados os espaços cultiváveis pela forma da cultura agregada ao longo do tempo, herdadas pela difusão de ideias totalmente práticas.

Conforme as suas experiências práticas no mundo dos negócios, agregando a este conceito de negócios e empreendimentos, longos estudos por profissionais da área, tem-se que o planejamento é a essência da gestão das empresas.

O planejamento pode favorecer com diversos benefícios o empreendedor e seu negócio, desta forma temos o universo do planejamento rural, onde diversas variáveis integram todo esse conjunto, como capital externo e interno, mão de obra, recursos naturais, marketing, expectativa de venda e compra, clima, solo, relevo, meio ambiente, lucratividade bruta e líquida.

Por meio das variáveis como restrição de área e legislação ambiental se faz necessário o planejamento minucioso do empreendimento rural, considerando que o conhecimento tácito é uma das principais e quase únicas ferramentas administrativas e estratégicas presentes no meio rural onde o proprietário é o seu próprio administrador, lembrando que o conhecimento tácito é o conhecimento

adquirido por experiência própria ao longo do tempo sem auxílio de estudos aprofundados sobre o assunto.

Os métodos de manejo direcionados a produção do leite devem ser considerados, pois nestes existem as considerações externas de mercado no quesito oferta e procura, desta maneira o produtor é quem define a composição estrutural de toda a produção, interferindo diretamente na tomada de decisão a respeito da nutrição animal, ou seja, o manejo que será aplicado na produção do alimento necessário para aquele animal, bem como toda a estrutura envolvida neste processo, como o que produzir, para quando produzir e como produzir para satisfazer essas necessidades de produto, mercado, venda e compra.

Logo, a propriedade depende única e exclusivamente de seus recursos para seu desenvolvimento e sobrevivência, de maneira que seu administrador é o próprio proprietário, sendo ele quem faz o planejamento estratégico, tático e operacional.

## 5.2 MODELAGEM MATEMÁTICA

### 5.2.1 MODELO MATEMÁTICO DE REPRESENTAÇÃO DA PROPRIEDADE ATUAL:

O cenário elaborado representou as formas atuais da propriedade por meio dos dados coletados a campo através do levantamento topográfico e altimétricos.

Para aplicação de restrições no modelo, o qual forneceu dados reais e precisos sobre a disponibilidade de área que o empreendedor rural possui na sua propriedade. As dimensões de áreas aplicadas no modelo estão representadas a seguir:

Reserva Legal= 4.142 m<sup>2</sup> ou 0.4142 hectares;

Milho= 11.441 m<sup>2</sup> ou 1.144 hectares;

Edificações= 2.471 m<sup>2</sup> ou 0.2471 hectares;

Pasto Livre= 4.687 m<sup>2</sup> ou 0.4687 hectares;

Irrigação= 13.976 m<sup>2</sup> ou 1.3976 hectares;

Área Total= 36.717 m<sup>2</sup> ou 3.6717 hectares;

A propriedade neste cenário foi modelada pelas considerações atribuídos as variáveis X6, X7, X8 e X9 (Milho, Milheto, Sorgo, Azevém) <= limite de área (13.976 m<sup>2</sup> ou 1.3976 hectares); X1 (Milho para silagem) <= limite de área (11.441 m<sup>2</sup> ou

1.1441 hectares); X3 (Brachiaria sem irrigação)  $\leq$  limite de área (4.687 ou 0.4687 hectares); X10 (Reserva Legal) = limite de área (4.687 m<sup>2</sup> ou 0.4687 hectares) e X11 (Edificações) = limite de área (2.471 m<sup>2</sup> ou 0.2471 hectares). Em consideração ao cenário foram fornecidos para o produtor as condições atuais de como está a distribuição de produção para pastagens irrigadas, ou seja, o que ele está produzindo atualmente e as combinações de quatro opções de pastagens para produção.

Além de fornecer suas limitações e impor ao dono do imóvel a distribuição de sua produção, também apresentou pela variável X3 (Brachiaria sem irrigação) que o produtor pode realizar o melhor redimensionamento da propriedade, podendo ocupar esta área para compensação da área de reserva legal que se apresenta com Déficit em conformidade com a legislação vigente, logo a variável X10 (Reserva legal) e X11 (Edificações) a dimensão de área ocupada pelas duas funções fornecendo ao produtor uma ferramenta crucial para o planejamento, que está atrelada ao conhecimento minucioso de seu próprio empreendimento para assim o produtor ter a base do planejamento global das funções econômicas da propriedade.

Global optimal solution found.

Objective value: 472.0112

Total solver iterations: 4

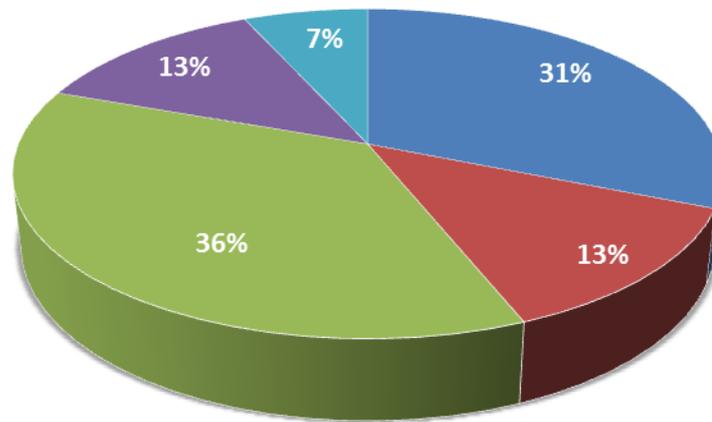
Tabela modelo matemático com cenário da propriedade atual

Variable	Value	Reduced Cost
X1	1.144100	0.000000
X2	0.000000	17.00000
X3	0.4687000	0.000000
X4	0.000000	17.00000
X5	0.000000	1.000000
X6	0.000000	16.00000
X7	0.000000	16.00000
X8	0.000000	16.00000
X9	1.342400	0.000000
X10	0.4687000	0.000000
X11	0.2471000	0.000000

Figura 16 - Distribuição de áreas.

## Distribuição Atual da Propriedade

■ Milho ■ Pastagem ■ Azevém Irrigado para silagem ■ Reserva Legal ■ Edificações



Fonte: (BERGER, 2016).

Conforme demonstra o gráfico acima, onde sua representação se deu pelos dados obtidos em campo com o trabalho topográfico e modelagem CAD, a propriedade está atual está distribuída pelas seguintes condições na dimensão total de 36.717 m<sup>2</sup> ou 3.6717 hectares:

- Área com produção de milho para silagem: 31% do total da propriedade;
- Pastagem sem manejo: 13% do total da propriedade;
- Azevém Irrigado para: 36 % do total da propriedade;
- Reserva Legal: 13% do total da propriedade;
- Edificações 7% do total da propriedade.

Na representação do modelo com o cenário atual, foi obtido com a solução do modelo que a renda atual do proprietário é menor do que o cenário proposto para a tomada de decisão de implantação da pastagem irrigada no lugar da produção de milho para silagem. Logo a sua renda global na produção para este cenário está descrito pelo montante de R\$ 472,00 reais, sendo este valor caracterizado pelo capital bruto e caracterizado por custos variáveis, pois pelos métodos de produção variam de acordo com o volume produzido, logo o cenário demonstrou ao produtor

que em função da administração de custos o aumento de produção pode aumentar a renda bruta na produção de leite pelos animais.

### 5.2.2 MODELO MATEMÁTICO DE REPRESENTAÇÃO DA PROPRIEDADE COM IRRIGAÇÃO EM ÁREA TOTAL:

A elaboração deste cenário se deu pelo anseio do proprietário do empreendimento rural em substituir a produção de milho para silagem como composto alimentar do gado leiteiro, a fim de dar espaço no local desta área para aplicar a produção de pasto irrigado, ou seja aumentar a produção de pastagens e de área irrigada. Logo na programação deste cenário o software forneceu os seguintes valores:

Global optimal solution found.

Objective value: 499.5471

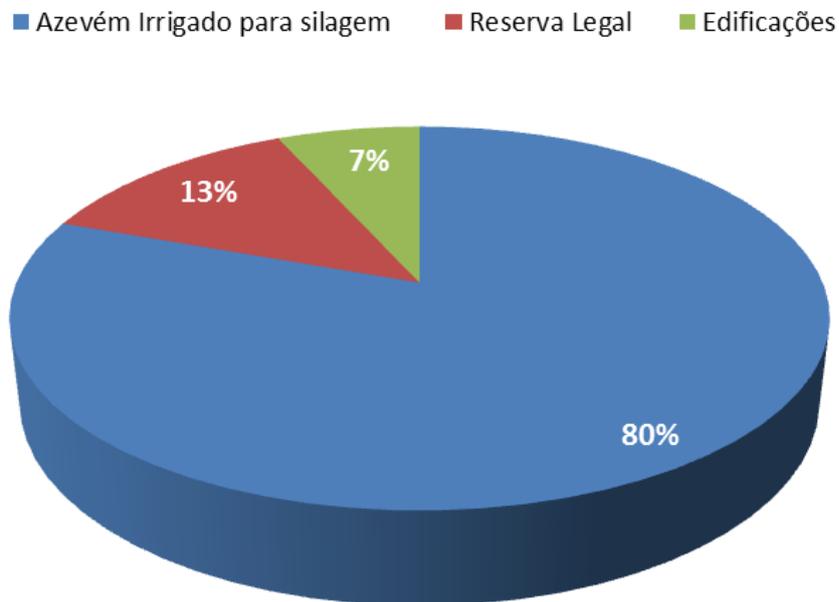
Total solver iterations: 4

Tabela modelo matemático com cenário de área de irrigação em área total

Variable	Value	Reduced Cost
X1	0.000000	17.00000
X2	0.000000	17.00000
X3	0.000000	17.00000
X4	0.000000	17.00000
X5	0.000000	1.000000
X6	0.000000	16.00000
X7	0.000000	16.00000
X8	0.000000	16.00000
X9	2.955900	0.000000
X10	0.4687000	0.000000
X11	0.2471000	0.000000

Figura 17 - Área total e irrigação

### Distribuição da Propriedade com Irrigação em Área Total



Fonte: (BERGER, 2016).

Conforme apresentação do gráfico acima, o mesmo descreve resumidamente o que este cenário propôs, ou seja, manter a porcentagem de Reserva Legal e edificações e aumentar a proporção de área irrigada sobre as variáveis de produção de Milho para silagem e de pasto livre, chegando ao valor absoluto de 80% ou 29.373 m<sup>2</sup> ou 2.9 hectares da área total de 36.717 m<sup>2</sup> ou 3.67 hectares para pasto com sistema irrigado.

Considerando a justificativa deste cenário em função dos parâmetros empregados no software pelo resultado de melhor objetivo para obtenção de lucro, foi dado pelos critérios de dificuldades encontradas na produção de pasto por fatores que não estão no alcance do produtor em primeira instancia de serem solucionados pelo produtor como períodos de menor quantificação de chuvas.

O aumento das pastagens aliado à facilidade de acesso do produtor em implantar um sistema de irrigação no que diz respeito a critérios de poder de capital e de crédito, bem como a limitação de área como problema encontrado pelo produtor amparado por ser uma restrição, logo a declividade do terreno, onde estas condições fornecem a tomada de decisão para que o administrador do empreendimento tenha a opção de trabalhar no sistema irrigado com maior controle

do pasto, rotacionamento de animais, controle de coeficientes técnicos de cada pasto a ser implantado, bem como ciclo natural da planta de necessidades de água, condições de solo em fornecer os nutrientes necessários para a planta bem como as limitações do animal que estará consumindo o pasto e aumentando a produção de leite por animal.

Todos esses fatores com a irrigação podem ser melhor planejados, aliando em si o maior controle de área devido a implantação de piquetes pelo princípio de rotacionamento de animais.

### 5.2.3 MODELO PARA TOMADA DE DECISÃO E ADEQUAÇÃO DA RESERVA LEGAL

A programação matemática realizada neste cenário definiu um padrão de gerenciamento onde as variáveis padrões descritas como modelo base, se definiram na inter-relação dos padrões de produção em função da disponibilidade de área total.

Desta maneira empregando as variáveis, função objetivo e restrições para ajustamento da Reserva Legal e tomada de decisão para aplicação de área irrigada substituindo a área de produção de milho para silagem no software foram obtidos a seguinte resolução:

Global optimal solution found.

Objective value: 454.6607

Total solver iterations: 4

Tabela modelo matemático para adequação da reserva legal

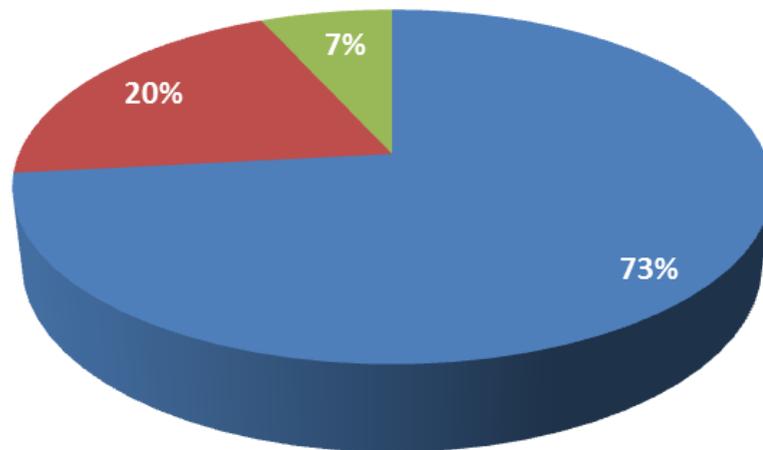
Variable	Value	Reduced Cost
X1	0.000000	17.00000
X2	0.000000	17.00000
X3	0.000000	17.00000
X4	0.000000	17.00000
X5	0.000000	1.000000
X6	0.000000	16.00000
X7	0.000000	16.00000
X8	0.000000	16.00000
X9	2.690300	0.000000

X10	0.7343000	0.000000
X11	0.2471000	0.000000

Figura 18 – Área com irrigação e adequação da reserva legal.

### Distribuição da Propriedade com Irrigação em Área Total e Adequação à reserva Legal

■ Azevém Irrigado para silagem   ■ Reserva Legal   ■ Edificações



Fonte: (BERGER,2016).

Em consideração ao modelo proposto e pela representação gráfica, o modelo para tomada de decisão e adequação da área de Reserva Legal apresentou em conformidade com a modelagem elaborada pelo programa LINGO a melhor estratégia para adequação ambiental e produção de pastagem irrigada.

Em detrimento da Lei Federal Brasileira nº 6.746, de 10 de dezembro de 1979 do Estatuto da Terra para definição de módulos fiscais municipais, considera-se para o município de Ipiranga – PR, por critérios de tipo de exploração econômica predominantes e a renda adjunta a proporção de 01 Módulo Fiscal para 20 hectares de área de domínio.

Foram abordados a estratégia de compensação do déficit de Reserva para se adequar com os padrões ambientais em conformidade com a Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012 do novo Código Florestal. Onde em detrimento da Lei 12.651, para propriedades rurais pequenas de até 01 módulo fiscal, cuja Reserva Legal deve ser composta por 20% da área total.

Foi concluído que existe a necessidade de adequação, pois a mesma conta atualmente com apenas 11.3% ou 4.142 m<sup>2</sup> dos 36.717 m<sup>2</sup> do perímetro total.

Sendo assim o déficit de reserva existente está em torno de 3.201 m<sup>2</sup> ou 8.7% para conformidade ambiental.

As aplicações com as variáveis, considerando para isto o modelo empregado definiram o cenário para solução deste déficit de Reserva Legal e a opção de tomada de decisão pelo produtor em dimensionar a área para o aumento de pasto irrigado.

Amparado aos parâmetros do modelo, a tomada de decisão para regularizar tal área pode ser descrita, e no planejamento estratégico de tomada de decisão o modelo fornece dentre as restrições de área para produção de pastagens para fornecimento de produção animal uma solução para as necessidades de otimização na produção de pastagem irrigada, oferecendo ao administrador rural a aplicação do dimensionamento de suas áreas adequando seu Déficit de Reserva Legal para que o mesmo seja amparado pela adequação ambiental, sabendo o que fazer, quando e como.

O que fazer é estruturado pela necessidade de se adequar com seu déficit de Reserva Legal, ou seja, adequar sua propriedade é necessário, pois as leis aplicáveis ao empreendimento rural a respeito de Reserva Legal limita o mesmo a ter que se adequar.

Quando fazer se deu pela tomada de decisão do administrador proprietário, onde o mesmo tem as informações fornecidas pelo programa matemático, e amparado pela estruturação de variáveis, função objetivo e restrições o produtor toma conhecimento de que suas limitações são referentes a capacidade de capital financeiro e de que o mesmo depende única e exclusivamente da área que possui para produzir pastagens de qualidade para se obter alta produção de leite de seus animais com auxílio do seu sistema de irrigação.

Desta maneira a tomada de decisão de quando adequar sua área rural pode ser definida no momento certo, pois o administrador saberá como e quanto está produzindo e quanto está obtendo de lucratividade com os métodos que está aplicando no seu método de produção, desta maneira podendo se preparar para se enquadrar nas conformidades ambientais sem tomar prejuízos na produção de sua propriedade.

Em consideração das variáveis X1 (limite de área do campo de milho)  $\leq$  limite de área; X2 (limite de área sem irrigação)  $\leq$  limite de área; X3 (limite de área de pastagem)  $\leq$  limite de área e X6, X7, X8, X9 (limite de área com irrigação)  $\leq$  limite de área.

Tem-se que o produtor pode tomar a decisão de aplicar o aumento de pastagem com irrigação amparada pelo cenário de Modelo de Área Total com Irrigação citado no item subitem 5.2.1 que define a melhor decisão estratégica em função de obtenção de maior lucro e produção de pasto para o gado leiteiro e, podendo ter ainda a opção de escolha de pasto irrigado a ser produzido no montante de área pelas variáveis X6, X7, X8 e X9 que definem coeficientes de Milho, Milheto, Sorgo e Azevém.

### 5.3 RECURSOS HÍDRICOS E O SISTEMA DE IRRIGAÇÃO

A irrigação implantada na propriedade se dá pelo gerenciamento do recurso hídrico apenas pela captação da água do arroio, sem apresentar preocupação pelo produtor nas questões de uso e captação de água e sem atenção para as normas de outorga d'água. Lembrando que o sistema de irrigação está instalado, mas não se encontra em funcionamento devido a problemas técnicos no dimensionamento de energia elétrica para o motor-bomba impulsionar a água através dos condutos ligando até os aspersores.

Em consideração desses fatores, a propriedade encontrasse com o sistema irrigado instalado aguardando a padronização pela companhia de energia elétrica, mas o conceito que se tem atualmente é de difusão da irrigação sem relevar a dinâmica do meio aquático, do ciclo hidrológico, capacidade do arroio e demais conhecimentos relacionados ao recurso hídrico da propriedade.

Um correto dimensionamento de sistemas de irrigação por aspersores deve apresentar preocupação direta com a capacidade deste recurso bem como sua capacidade de adaptação à interferência direta realizada pelo homem.

Os recursos hídricos regionais devem ser gerenciados e compreendidos para que de certa forma se possa utilizá-los sem degradá-los.

Há duas formas de caracterizar os recursos hídricos: com relação à sua quantidade e com relação à sua qualidade, estando essas características

intimamente relacionadas. A qualidade da água depende diretamente da quantidade de água existente para dissolver, diluir e transportar as substâncias benéficas e malélicas para os seres que compõem as cadeias alimentares (BRAGA, et al., 2005, p. 73).

No trabalho realizado por Cruz; Loyola; Pinto (2009) descreve que o município de Ipiranga está sob influência da bacia hidrográfica do Rio Tibagi, rio extremamente influente na integração aquática do estado do Paraná, onde o mesmo nasce no município de Palmeira, região dos campos gerais percorrendo boa parte do estado com jusante sentido Norte do estado para desaguar no rio Paranapanema pertencente à bacia da Prata.

Os principais rios pertencentes ao município de Ipiranga, além do rio Tibagi, são seus afluentes, como: o rio Imbituva, ao sul; arroio Pasinho; rio Capviari e o rio Bitumirim, cortando o município de Oeste para Leste até chegar ao rio Tibagi, logo vários outros rios pequenos, arroios e córregos compõem a bacia hidrográfica do município.

No planejamento rural e definição da utilização da captação da água de rios, córregos e arroios para utilizar-se deste recurso para irrigação deve ser considerado as legislações vigentes como Área de Preservação Permanente e outorga d'água e definição do poluidor pagador.

O presente trabalho apresentou para o produtor essas realidades em termos da legislação vigente para uso e captação da água, apresentando para o administrador a importância de se utilizar da irrigação de maneira consciente sem abusar da utilização deste recurso. Apresentou a importância de se manter os volumes de Área de Preservação e de Reserva Legal, construindo a barreira natural que favorecerá a contenção de substâncias como defensivos agrícolas e fertilizantes que estariam sendo direcionados para águas superficiais e subterrâneas por meio do escoamento superficial e infiltração desses produtos.

Pelo dimensionamento da área com representação em CAD, o produtor pode formular a ideologia de que sua irrigação pode ser melhor dimensionada em consideração de um estudo mais aprofundado referente ao sistema de irrigação, como obtenção de outorga d'água pelos critérios socioambientais definidos pelos órgãos competentes como IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente), IAP (Instituto Ambiental do Paraná) e ANA (Agência Nacional das Águas).

Partindo do princípio de legalização da captação de água e conscientização pela preservação do recurso e manejo integrado no uso de tal recurso o produtor pode realizar pelo embasamento agroecológico com a aplicação de coeficientes técnicos para obtenção de maior precisão no dimensionamento e estruturação do seu sistema de irrigação.

Integrar o desenvolvimento econômico da propriedade com a conservação da água e do solo pode ser visto com maior facilidade pelo produtor na estruturação e apresentação dos resultados e da dimensão de atuação do sem empreendimento por meio da modelagem e representação CAD.

#### 5.4 MANEJO DO SOLO

A análise do solo realizada forneceu para o trabalho e para o produtor o primeiro passo para compreender seu solo, sendo o princípio para a formação dos métodos de manejo possíveis de serem aplicados, correspondendo a realidade existente, bem como declividade, pastagens cultivadas, sistema de irrigação e manejo de gado in loco, com isto se torna mais preciso a tomada de decisão do produtor com a utilização de técnicas mais prováveis de serem implantadas para melhorar a fisiologia do solo, sua fertilidade e consistência.

A complexidade de um solo define o quanto é importante saber manejar esse recurso natural de extrema importância para a vida vegetal e ocupação das ações do homem, em base a realização da análise fornece a ferramenta de tomada de decisão para o produtor, onde o mesmo pode saber como está manejando seu solo, se está considerando fatores que estão prejudicando as características naturais da terra e se ações futuras no seu planejamento afetarão a constituição do mesmo.

Ações realizadas no escopo do trabalho definem o quanto a consideração das ações realizadas no solo podem modificar a qualidade e a paisagem da terra.

As amostras realizadas na área de pasto irrigado apresentaram os seguintes resultados físico-químicos:

Figura 19: Análise físico química de amostras de solo.

Talhão de amostra	pH	H + Al	Al	Ca	Mg	K	SB	CTC	P (Mehlich)	C	V	Al .
n°		mmolc/d m <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	g/dm <sup>3</sup>	%	%						
1	5,6	27,0	0,0	54,6	25,0	2,6	82,2	109,2	12,2%	15,1	75,3	0,0

<b>pH</b> - Cac12 0,01 M	<b>Ca, Mg, Al</b> - KC1 1N
<b>V</b> - Índice de Saturação de Bases	<b>Al</b> - Índice de Sat. de Alumínio
<b>C</b> - Walkley e Black	<b>P, K</b> - Mehlich
<b>CTC</b> - Capac. troca de Cátions	<b>SB</b> - Soma de Bases

Fonte: (BERGER,2016).

O pH, é a representação de uma grandesa físico- química para um potencial hidrogeniônico que corresponde a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução aquosa, neste caso uma solução referente ao solo da propriedade rural de estudo.

A escala de pH vai de 0 a 14, ou seja de extremamente ácido pelo valor de (0), passando por neutro com valor de (7) até extremamente alcalino com valor (14).

As amostras apresentaram para o solo em questão um valor de pH de 5,60 onde a média dos solos Brasileiros segundo Gatiboni (2010, p. 18) a amplitude de pH da solução do solo, chamado pH em água, é de 3,0 a 9,0, embora os valores mais comuns ocorram na faixa intermediária.

O solo em questão está dentro desta variância geral, caracterizado pela maioria de solos que apresentam variância de 3,0 a 9,0. Logo o valor intermediário destes coeficientes é dado pelo valor de pH 6,0.

Considerando que a faixa limite de definição de um solo extremamente ácido se dá com o valor pH  $\leq 5,5$  e ácido base conferindo um pH acima de 7,0, conclui-se que nos solos ácidos verifica-se a fixação do fósforo (P) pelo ferro (Fe) e pelo alumínio (Al) formando elementos que não são aproveitados pelas plantas.

Aceitando que os valores aceitáveis de pH estão entre a relação de 5,0 a 7,0 descrevendo nessa faixa um pH ácido, se transcreve que o solo ideal para a produção de pastagens necessita de uma correção de pH elevando o valor de 5,6 para uma taxa variável de 6,0 a 6,5, pois a complexidade do solo de estudo envolve

inúmeros fatores que exercem influência em todas as propriedades químicas do solo. Esses fatores são: chuvas, material de origem, compactação do solo pelos animais, atuação da irrigação, declividade, lixiviação de bases, hidrólise de alumínio, liberação de  $H^+$  pelas raízes da planta e a utilização de adubos acidificantes e fertilizantes fosfatados pelo produtor.

A capacidade de troca de cátions (CTC) representa a medida do poder de adsorção e troca de cátions do solo (MORELLI, 1986, p. 11).

A CTC do solo segundo o trabalho de Gatiboni (2010, p. 16) determinada com pH natural é denominada de CTC efetiva ou CTC real, logo a CTC determinada pela solução tamponada a pH 7,0 é denominada CTC potencial. Os valores de CTC efetiva irão depender do pH do solo. Já os valores de CTC potencial irão variar conforme sua composição mineralógica e teor de matéria orgânica, pois para cada tipo de mineral há um número médio de substituições isomórficas que 17 acarretarão em cargas que, em última análise, são a CTC

A análise demonstrou um valor CTC de 109,21 mmol/dm<sup>3</sup>.

As considerações de H + Al, Ca (Cálcio), Mg (Magnésio), K (Potássio), SB (Soma de Bases) e P (Fósforo) apresentaram valores indicando uma boa fertilidade do solo. Já o valor de V% fornecido pode favorecer a recomendação ideal de aplicação de calcário em um solo pela elevação de bases.

As informações citadas acima mostram para o produtor coeficientes técnicos na relação do solo-planta e as interferências benéficas ou maléficas do homem e dos animais que utilizam deste solo para sobrevivência.

O empreendimento rural obteve o conhecimento de como o solo in loco está reagindo com as formas de manejo, desta maneira mostrou para o proprietário a importância de se manejar minuciosamente um solo, e aperfeiçoar as técnicas de controle e aplicação de fertilizantes, dando espaço para sistemas agroecológicos de manejo, objetivando maior cuidado na implantação de sistemas de irrigação e partindo para implantação de métodos como rotacionamento de animais para distribuição da compactação superficial e aproveitamento das áreas com maior declividade para compensação de áreas de recomposição de mata nativa para uniformização ambiental.

Considerando os valores obtidos pela análise do solo, compreende-se ser um solo eutrófico com condições ideais para a solução da planta com saturação de bases acima de 50%, fornecendo as condições ideais para cultivo de pastagens por

meio da estruturação de um solo com valores ótimos de nutrientes o que condiciona que um manejo com planejamento é suficiente para manter e até melhorar tal solo por meio de métodos conservacionistas destas condições com plantio direto e utilização das curvas de nível para conservação das propriedades do solo.

## 5.5 AGROECOLOGIA E A INTERAÇÃO COM O PLANEJAMENTO RURAL E AMBIENTAL

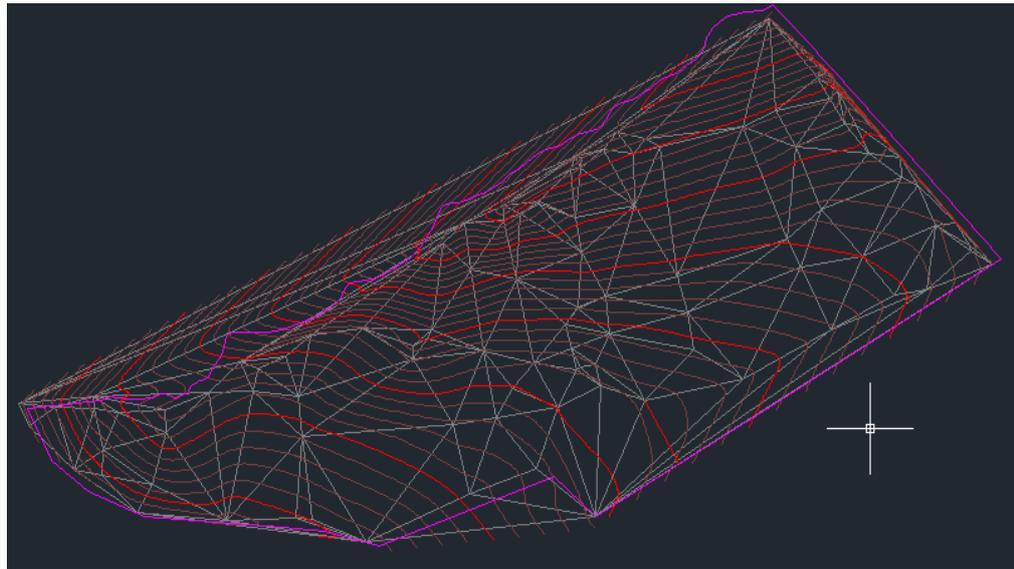
Os princípios agroecológicos resultaram com a integração da otimização da propriedade com a multidisciplinariedade das dimensões do empreendimento rural.

Fatores importantes foram possíveis de se observar com a integração entre a utilização dos recursos naturais como solo e água e a sua manutenção ecológica através dos parâmetros de itens básicos da agricultura de precisão por meio de tecnologias acessíveis que forneceram a melhor resolução para a propriedade, como o uso e representação geofísica do terreno local da propriedade rural por meio de prospecção planialtimétrica e malha regular com elementos CAD, fornecendo para o produtor noções de declividade do terreno para cultivo de pastagens. Com isso é possível abranger a unificação dos elementos que interagem com o solo, como os métodos de cultivo, insumos aplicados, manejo de animais e aplicação de irrigação.

Por meio da aplicação da geotecnologia e um planejamento adequado da propriedade é possível adequar o melhor modelo de manejo do solo, como a utilização do cultivo em curvas de nível, rotacionamento de animais por piquetes e a utilização do terraceamento, tratando o solo com mais cautela e prevenindo possíveis erosões e escoamento de sedimentos do solo pelas águas das chuvas.

O terraceamento é uma das maneiras de se trabalhar no solo da propriedade pelo princípio de se aplicar o terraço sobre as curvas de nível conforme figura 22, onde se pode definir o tipo de terraço onde tem-se métodos de terraços com base estreita, base larga, embutido, patamar e banquetas que pode ser feito manualmente com enxada, mecanizado com arado de disco e aivecas, motoniveladora e trator de esteira com lâmina frontal.

Figura 20: Representação em curvas de nível.



Fonte: BERGER (2016).

Em consideração das curvas de nível e malha triangular fica a critério do produtor aplicar o terraceamento e a tomada de decisão em aperfeiçoar esses modelos para que se possa obter maior controle com o manejo do solo e integrar os dados topográficos com banco de dados para monitoramento contínuo e minucioso de todo sistema fisiológico do solo e da planta, nutrição animal e a reação na alteração de qualquer fator que influencie tanto animais, como os recursos naturais existentes.

O terraceamento é uma prática conservacionista usada especificamente para controle à erosão do solo pelo bloqueio de escoamentos superficiais das águas da chuva e direcionamento da mesma pela quebra da energia potencial, embora indiretamente possa intervir positivamente na manutenção da fertilidade do solo e na sua conservação (FERNANDES, 2009).

Para adequação de uma maneira coerente com o tipo de solo na relação de porcentagem de declividade do solo a figura 23 representa esta relação entre solo e declividade e o espaçamento recomendado para a criação de perfis de terraceamento.

Figura 21: representação de espaçamento para terraceamento.

Declividades	Textura do Solo							
	Argiloso		Franco		Franco Arenoso		ARENOSO	
	E. V.	E. H.	E. V.	E. H.	E. V.	E. H.	E. V.	E. H.
1	72,00	72,00	70,00	70,00	68,50	68,50	67,50	67,50
2	84,00	42,00	80,00	40,00	77,00	38,50	75,00	37,50
3	96,00	32,00	90,00	30,00	85,00	28,50	82,50	27,50
4	108,00	27,00	100,00	25,00	94,00	23,50	90,00	22,50
5	120,00	24,00	110,00	22,00	103,00	20,50	97,50	19,50
6	132,00	22,00	120,00	20,00	111,00	18,50	101,00	16,50
7	144,00	20,50	130,00	18,50	120,00	17,00	112,00	16,00
8	156,00	19,50	140,00	17,50	128,50	16,00	120,00	15,00
9	168,00	18,50	150,00	16,50	137,00	15,00	127,50	14,00
10	180,00	18,00	160,00	16,00	145,00	14,50	135,00	13,50
11	192,00	17,50	170,00	15,50	155,00	14,00	142,50	13,00
12	204,00	17,00	180,00	15,00	163,00	13,50	150,00	12,50
13	216,00	16,50	190,00	14,50	171,00	13,00	157,50	12,00
14	228,00	16,00	200,00	14,00	180,00	12,50	165,50	11,50
15	240,00	15,50	210,00	13,50	188,00	12,00	172,50	11,00

E. V. = Espaçamento vertical em centímetros

E. H. = Espaçamento horizontal em metros

Fonte: Fernandes (2009).

## 5.6 INFORMÁTICA E GEOTECNOLGIA APLICADA A PROPRIEDADE RURAL

A utilização da informática e geotecnologia empregada no campo, como se deu no presente trabalho integrou a base do planejamento no moldes estratégicos para o produtor de definir o que produzir, quanto produzir e como produzir, fornecendo por meio da geotecnologia a caracterização e representação da propriedade, definindo como está sua propriedade e sua capacidade de área.

O 'que' produzir se fundamentou pela necessidade da sua produção nos conceitos fornecidos por coeficientes técnicos e suas exigências. No caso do dimensionamento da pastagem irrigada, o produtor pode perceber a necessidade de interação harmônica entre homem e meio ambiente, partindo para o princípio de se conseguir otimizar sua produção através de uma correta distribuição de aspersores por meio das representações em CAD, bem como dimensionar sua propriedade pelos dados geofísicos obtidos com GPS e tomar conhecimento das proporções físicas do seu imóvel, o que forneceu para o produtor o conhecimento de seu déficit de Reserva Legal pela proporção de área existente.

Já a estratégia de 'quanto' produzir na propriedade se deu ao produtor embasado na utilização do software LINGO, que criou o cenário global da produção agropecuária do produtor, entregando pela otimização linear o cenário ideal para aumento de sua rentabilidade por meio do aumento do sistema de irrigação desde que o mesmo seja implementado dentro das conformidades e legislações ambientais.

Em caracterização de 'como' produzir também foram fornecidos pelo software LINGO, que descreveu em ambos os cenários da propriedade considerando as variáveis, restrições e função objetivo, anexando nos cenários dados realísticos como capacidade de energia elétrica, limitação de área, conversão alimentar pelo volume de pasto produzido custos fixos e variáveis que compõem a propriedade.

Em consideração ao novo modelo de manejo nas propriedades rurais que vem se desenvolvendo nas últimas décadas, foi caracterizado que a propriedade de estudo em princípio já se inteirou com esse desenvolvimento que está se construindo no cenário da agricultura mundial, fator este que coloca o produtor um nível acima no quesito acompanhamento de mercado, novas tecnologias, otimização da produção, destacando uma ferramenta a mais para a agricultura familiar.

Por menor que seja a propriedade agrícola a sua necessidade de desenvolvimento é amparada por ferramentas de otimização, pois ferramentas como as empregadas no trabalho apresentaram no produtor à quebra de paradigma do conceito de manejo arcaico, se atentando para a necessidade de se modernizar, utilizar-se das leis impostas pelo sistema governamental e adequar a propriedade para melhorar a produção.

## 5.7 DESENHO CAD (COMPUTER-AIDED DESIGN)

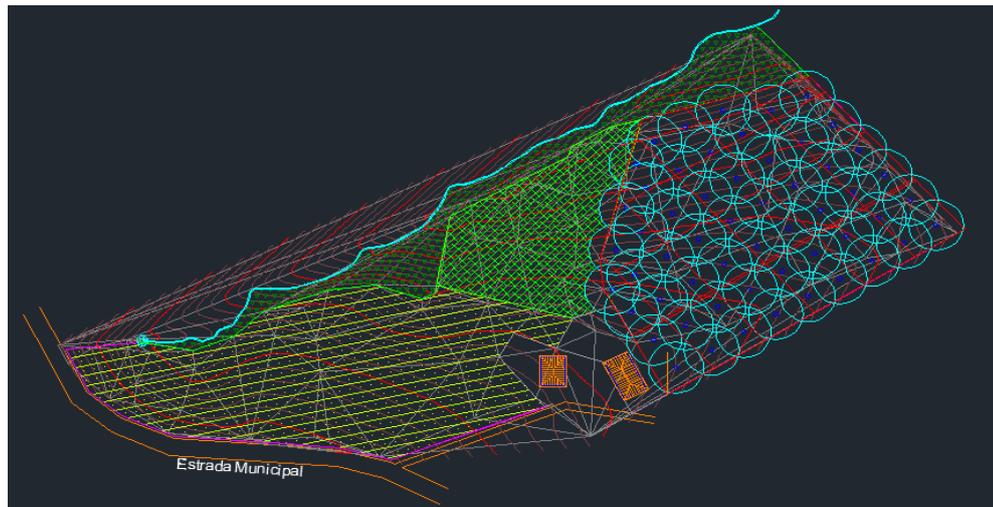
Através do trabalho topográfico e planialtimétrico, os dados foram processados pelo software do equipamento GPS e transferidos para o software CAD, onde por meio de posicionamento através de coordenadas absolutas, os dados foram configurados em conformidade com a precisão de posição do GPS.

Através desses dados, o software CAD representou através de seus recursos a descrição e representação da área.

Dentro do software CAD, foram realizados os desenhos computadorizados através do processamento dos dados obtidos com o GPS. Estes desenhos se definem em suas proposições:

- Planta Baixa Geral da propriedade em 2D: Representação das curvas de nível, triangulação, divisão das respectivas áreas em Reserva Legal, Pasto sem Manejo, Pasto Irrigado, Área de cultivo de Milho e Edificações conforme figura 13.

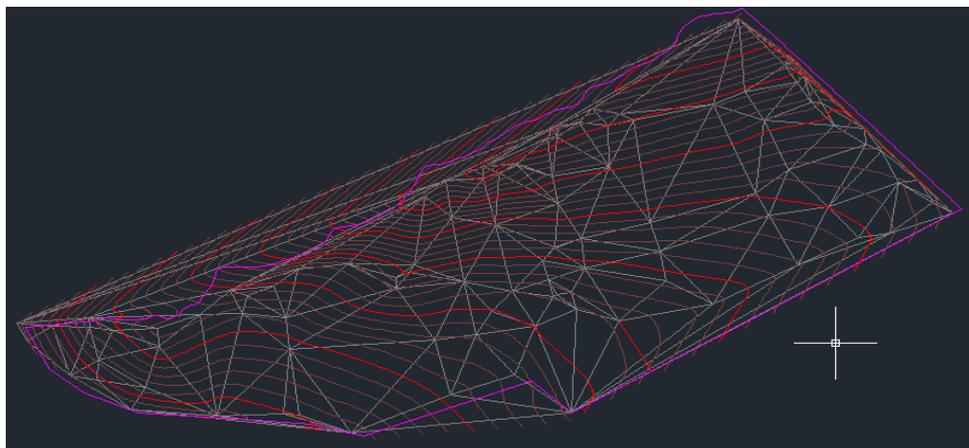
Figura 22 – Representação CAD, planta baixa geral da propriedade.



Fonte: (BERGER, 2016).

A representação da malha triangular se deu pelo princípio da utilização do software TopoEVN, onde o mesmo processou os dados altimétricos e gerou a triangulação com as curvas de nível. As camadas ou *layers* podem representar as curvas de nível e triangulação em CAD como mostra figura 14.

Figura 23 – Representação malha triangular e curvas de nível.

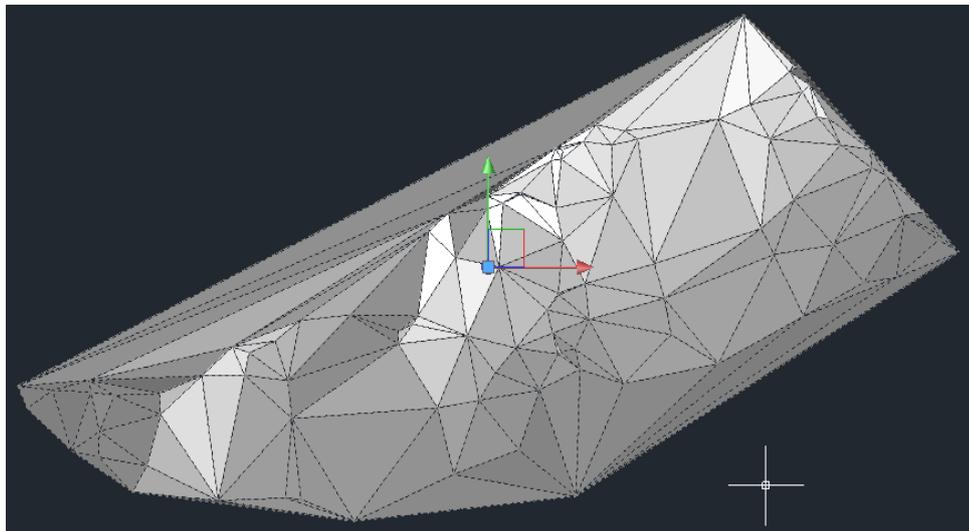


Fonte: (BERGER, 2016).

A figura 14 representa o princípio descrito por Namikawa (1995) sobre grade regular. Onde o trabalho de Assad; Sano (1998) exalta que a função do mesmo na altimetria facilitando a representação de variáveis geofísicas e de natureza pedológica, facilitando o conhecimento do terreno, caso seja alocado atributos em um possível banco de dados geográficos.

Partindo deste princípio os trabalhos topográficos e altimétricos com auxílio da geotecnologia resultou na integração dos dados geográficos com a utilização do software CAD, a representação da propriedade de estudo com suas curvas de nível, sobre as curvaturas do terreno foi possível representar a superfície e sua uniformidade ou variância de relevo conforme figura 15.

Figura 24 – Superfície e malha triangular da propriedade rural.



Fonte: (BERGER, 2016).

A aplicação deste princípio se deu pela dimensão da área de estudo ser muito pequena e apresentar alta declividade em alguns pontos, apresentando dificuldades pelo produtor em manejar o solo, gado, pastagens e a implantação do sistema de irrigação e apresentando futuras posições para o produtor no manejo do solo e a interação solo e planta, com a possibilidade de se trabalhar com o terraceamento, plantio em curvas de nível e controle por banco de dados com informações precisas sobre a realidade existente na área do produtor, como características do solo e suas propriedades químicas, físicas e biológicas, dados sobre pastagens, controle do sistema de irrigação e escoamento superficial das águas pluviais.

Com o esquema proposto pelo princípio de futuras gerações de mapas temáticos e maior facilidade de representação e compreensão por qualquer pessoa, logo para maior facilidade no manuseio computacional e precisão no manejo da estrutura da propriedade rural.

## 6 CONCLUSÃO

O Planejamento Rural e Ambiental, suas ferramentas e sua conexão com o mundo real do desenvolvimento socioeconômico e da conservação do meio ambiente fornecem a estrutura que se deve seguir na expansão da agricultura e da utilização de recursos naturais.

Através do auxílio da otimização linear pelo emprego da informática aplicada na agropecuária foi possível estabelecer por meio da modelagem matemática a otimização da produção na propriedade rural, onde o primeiro cenário favoreceu o conhecimento minucioso da propriedade, suas capacidades e limitações e fatores internos e externos de influência na sobrevivência da propriedade.

Para o segundo cenário foi concluído que é possível maximizar o lucro bruto da propriedade com o capital financeiro, recursos naturais e forma de manejo existente.

O terceiro cenário se apresentou como ferramenta intransponível para decisão do produtor do que, quanto e como produzir embasado nos outros cenários que forneceram a certeza do desenvolvimento econômico do empreendimento rural podendo ser observado outros coeficientes técnicos na otimização da produção.

Em conformidade com a necessidade de se acompanhar o mercado e as novas tecnologias que vem para facilitar a produção agrícola em vários âmbitos o uso da geotecnologia favoreceu ao produtor para organização e controle da propriedade nos conceitos de se maximizar a produção em conservação com o meio ambiente.

Durante a dinâmica de todo planejamento rural e ambiental, a agroecologia é o verdadeiro paradigma que rege as condições de se conhecer a complexidade ecológica de um meio qualquer, logo princípios para um manejo ecológico do solo e dos recursos hídricos foram apresentados no desenvolvimento e aplicação do planejamento, dando o norte na produção e desenvolvimento da sociedade com a preocupação da conservação do solo, da água e dos demais itens que compõem a dinâmica da interação *homem x meio ambiente*.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Planejamento Rural e Ambiental, suas ferramentas e sua conexão com o mundo real do desenvolvimento socioeconômico e da conservação do meio ambiente fornecem a estrutura que se deve seguir na expansão da agricultura e da utilização de recursos naturais.

Através do auxílio da otimização linear pelo emprego da informática aplicada na agropecuária foi possível estabelecer por meio da modelagem matemática a otimização da produção na propriedade rural, onde o primeiro cenário favoreceu o conhecimento minucioso da propriedade, suas capacidades e limitações e fatores internos e externos de influência na sobrevivência da propriedade.

Para o segundo cenário foi concluído que é possível maximizar o lucro bruto da propriedade com o capital financeiro, recursos naturais e forma de manejo existente.

O terceiro cenário se apresentou como ferramenta intransponível para decisão do produtor do que, quanto e como produzir embasado nos outros cenários que forneceram a certeza do desenvolvimento econômico do empreendimento rural podendo ser observado outros coeficientes técnicos na otimização da produção.

Em conformidade com a necessidade de se acompanhar o mercado e as novas tecnologias que vem para facilitar a produção agrícola em vários âmbitos o uso da geotecnologia favoreceu ao produtor para organização e controle da propriedade nos conceitos de se maximizar a produção em conservação com o meio ambiente.

Durante a dinâmica de todo planejamento rural e ambiental, a agroecologia é o verdadeiro paradigma que rege as condições de se conhecer a complexidade ecológica de um meio qualquer, logo princípios para um manejo ecológico do solo e dos recursos hídricos foram apresentados no desenvolvimento e aplicação do planejamento, dando o norte na produção e desenvolvimento da sociedade com a preocupação da conservação do solo, da água e dos demais itens que compõem a dinâmica da interação *homem x meio ambiente*.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. (Org.). **A modernização da agricultura**. 1º edição Porto Alegre: Ufrgs, 2011.
- ASSAD E. D; SANO E. E. **Sistema de informações geográficas**. 2º edição Brasília: Embrapa, 1998. 434 p. Revista e ampliada.
- BAER. **A economia brasileira**: uma abordagem profunda da economia brasileira até 2008. 3ª edição São Paulo: Nobel, 2009. 541 p.
- BATALHA, M. O. et al. (Org.). **Gestão agroindustrial**. 2º edição São Paulo: Atlas, 2001.
- BATALHA, M. O; BUANAIN, A. M; SOUZA FILHO, H, M. De. Tecnologia de gestão e agricultura familiar. **Edufscar**, São Carlos, n. , p.43-66, 2005. Anual.
- BRACAGIOLI A; GEHLEN I; OLIVEIRA V. L. De. **Planejamento e gestão de projetos para o desenvolvimento rural**. 1º edição Porto Alegre: Ufrgs, 2010. 78 p. (Educação á distância).
- BRASÍLIA. Brasil. Ministério do Meio Ambiente (Ed.). **Resolução conama:306** de 5 de julho de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=306>>. Acesso em: 30 maio 2013.
- BRASÍLIA. Brasil. Congresso. **Lei nº 6.746, de 10 de dezembro de 1979**. Estatuto de Terras . Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/128322/lei-6746-79>>. Acesso em: 31 maio 2013.
- BRASÍL. Congresso. **Novo Código Florestal**: Lei 12.651 de 15 de Maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Lei nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166- 67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm)>. Acesso em: 31 maio 2013.
- BRAGA, B. et al. (Org.). **Introdução a engenharia ambiental**:o desafio do desenvolvimento sustentável. 2º edição São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- BUANAIN, A. M; SOUZA. H. M. De. **Agricultura familiar, agroecologia e desenvolvimento sustentável: questões para debate**. 1º edição Brasília: Unicamp, 2006. 126 p. (Desenvolvimento rural sustentável).
- BUARQUE, S. C. **Construindo o desenvolvimento local sustentável**: metodologia de planejamento. 4º edição Rio de Janeiro: Garamond Universitária, 2002. 177 p.

BARRIVIERA, R; CANTERI M. G. **Informática básica aplicada às ciências agrárias. 1º edição** Londrina: Eduel, 2008.

CAMARGO, A. L. **Desenvolvimento sustentável: dimensões e desafios.** 6ª edição Campinas: Papirus, 2002.

CAPORAL, F. R; COSTABEBER, J. A. Análise multidimensional da sustentabilidade. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p.70-85, jul. 2002. Anual.

CUNHA, Gilberto R.. **Cientistas no divã.** 1º edição Passo Fundo: Berthier, 2010. 232 p.

CRUZ, A. De S; LOYOLA, L. C. De; PINTO, F. M. **Prospecção mineral: prospecção e pesquisa geológica em Ipiranga para fins de instalação de pedreiras/cascalheiras no município.** 1º edição Curitiba: Mineropar, 2009. (Governo do estado do Paraná).

FERNANDES, Antonio Rodrigues. **Terraceamento.** Universidade Federal Rural da Amazônia . 2009. Disponível em: <[http://www.portal.ufra.edu.br/attachments/640\\_PrattMecTerrac.pdf](http://www.portal.ufra.edu.br/attachments/640_PrattMecTerrac.pdf)>. Acesso em: 09 jul. 2013.

GATIBONI, L. C. **Propriedades químicas do solo.** 2010. Disponível em: <[http://www.cesnors.ufsm.br/professores/clovisdaros/poligrafo\\_carga\\_acidez\\_gatiboni.pdf](http://www.cesnors.ufsm.br/professores/clovisdaros/poligrafo_carga_acidez_gatiboni.pdf)>. Acesso em: 01 jun. 2013.

GUSMÃO F. J. De A.. **Solos: da formação geológica ao uso na engenharia.** 2º edição Recife: Ufpe, 2008.

KAVALERIDZE, W. C. **Nossos solos.** 1º edição Curitiba: Voz do Paraná, 1977.

MACHADO, C. J. S. **Meandros do meio ambiente: os recursos hídricos na economia e no cenário internacional.** 1º edição Rio de Janeiro: E - Papers, 2004.

MAFRA, Á. L. et al. Planejamento do uso do solo em propriedades rurais. **Anais do Encontro de Extensão da Udesc:** Edição 6 Encontro de extensão - Vol. 1 (2011), Joinville, v. 1, n. 6, p.1-9, 1920 maio 2013. Anual. Disponível em: <[http://www.udesc.br/arquivos/id\\_submenu/797/artigo\\_cav\\_71.pdf](http://www.udesc.br/arquivos/id_submenu/797/artigo_cav_71.pdf)>. Acesso em: 17 maio 2013.

MELLO J. L. P; SILVA, L. D. B. Da. **Irrigação.** 1º edição Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008. 188 p. (Instituto de tecnologia, departamento de engenharia).

MORELLI, M. **Propriedades Químicas do Solo.** Material adaptado da Apostila Didática. Departamento de Solos – CCR. Universidade Federal de Santa Maria - RS. 1992.

NOLLA, D. Engenheiro Agrônomo. **Erosão do solo: o grande desafio.** 1º edição Porto Alegre: Administração Amaral de Souza, 1982. 412 p.

NASCIMENTO, H. R; ABREU, Y. V. de. **Geotecnologias e o planejamento da agricultura de energia**. 1º edição Tocantins: Eumed, 2012.

NASCIMENTO, C. A. Do; NAIME R. Monitoramento físico-químico das águas do arroio pampa em novo hamburgo (RS). **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, Novo Hamburgo, n. , p.245-269, 20 maio 2009.

OLIVEIRA, R. P. D. De. **Planejamento estratégico: conceitos-metodologia-práticas**. 28ª edição São Paulo: Atlas, 2010. 335 p.

OLISZESKI, C. A; COLMENERO J. C. **Definição de parâmetros para a construção de modelos de planejamento agrícola: um cenário para otimização de processos agroindustriais**. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, n; p.45-68, 2008. Semestral. CD-ROM.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. 1º edição São Paulo: Nobel, 1980.

RÉVILLION, J. P; BADEJO, S. M. **Gestão e planejamento de organizações agroindustriais**. 1º edição Porto Alegre: Ufrgs, 2011. 95 p. (Educação a distância).

SANTOS ,G. J. Dos; MARION, J. C; SEGATTI S. **Administração de custos na agropecuária**. 3º edição São Paulo: Atlas, 2002. 165 p.

SHUMPETER, J. A. **A teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico**. 1º edição São Paulo: Nova Cultural, 1988. 169 p.

SILVA, W. A. Da. **Modelagem matemática aplicada no planejamento da agricultura irrigada, utilizando informações georreferenciadas**. 2007. 99 f. Tese (Doutorado) - Ufrj, Seropédica, 2007.

VELOSO, R. F; BARIONI L. G; MARTHA J; Geraldo B. Emprego de modelos matemáticos para pesquisa e gerenciamento de sistemas integrados de lavoura pecuária. **Embrapa**, Planaltina, n., p.9-22, 11 jan. 2003. Anual.

## APÊNDICE

APÊNDICE A – Planta Topográfica e Altimétrica em escala e com legenda da propriedade de estudo em folha A3.

## ANEXO

ANEXO A – Análise física química do solo da propriedade rural na área de pastagem.



## ISG - INTERPARTNER SERVIÇOS GERAIS

Rua Barão Brasílio Machado, nº 25 - Oficinas

CEP: 84036 - 570 Ponta Grossa - Paraná

Fone / Fax: (42) 3229-3111

E-mail : interpartner@uol.com.br Site: www.interpartnerpg.com.br



Solicitante: <b>CARLOS ALESSANDRO NEIVERTH OLIZESKI</b>											no. de amostras:		01		
Endereço: <b>FAZENDA MODELO</b>											Recebimento:		04	04	2.013
Município: <b>IPIRANGA - PR</b>											Entrega:		15	04	2.013
controle interno	talhão ou amostra	pH	H + Al	Al	Ca	Mg	K	SB	CTC	P Mehlich	C	V	Al		
nº	nº		<=====mmol/dm³=====>					mg/dm³	g/dm³	%					
1553	01	5,60	27,01	0,00	54,60	25,00	2,60	82,20	109,21	12,22	15,12	75,27	0,00		

pH - CaCl<sub>2</sub> 0,01M  
C - Walkley e Black

Ca, Mg, Al - KCl 1N  
P, K - Mehlich

V - Índice de Saturação de Bases  
CTC - Capac. troca Cations

Al - Índice de Sat. de Alumínio  
SB - Soma de Bases

Ⓞ OBS: Este laudo tem significação restrita e refere-se exclusivamente a amostra recebida por este laboratório.  
Após 15 dias da entrega dos resultados as amostras serão inutilizadas.

  
Evaldo Billerbeck Júnior  
CREA/PR nº 39.185/D